

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
DOUTORADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

GESTÃO DE CURSOS TECNOLÓGICOS A DISTÂNCIA COM APLICAÇÃO DE
LABORATÓRIOS VIRTUAIS

MAURICIO ALVES MENDES

FLORIANÓPOLIS

2007

MAURICIO ALVES MENDES

**GESTÃO DE CURSOS TECNOLÓGICOS A DISTÂNCIA COM APLICAÇÃO DE
LABORATÓRIOS VIRTUAIS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Doutor em Engenharia.

Orientador: Prof. Francisco Antônio Pereira Fialho, Dr.

FLORIANÓPOLIS

2007

MAURICIO ALVES MENDES

**GESTÃO DE CURSOS TECNOLÓGICOS A DISTÂNCIA COM APLICAÇÃO DE
LABORATÓRIOS VIRTUAIS**

Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do Título de **Doutor em Engenharia de Produção**, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

Prof. Antônio Sérgio Coelho, Dr.

Coordenador

Aprovada pela comissão examinadora em
Florianópolis, 11 de setembro de 2007.

Prof. Dr. Francisco Antonio Pereira Fialho

PGEP/UFSC - Orientador

Prof. Marcio Vieira de Souza, Dr.

UNIVALI

Prof. João Luiz Kovaleski, Dr.

UTFPR

Prof^ª. Sonia Ana Charchut Leszczynski, Dra.

UTFPR- Moderadora

Prof^ª. Sonia Cristina de Magalhães Souza Fialho, Dra.

AGRADECIMENTOS

Agradeço Deus pela luz no meu caminho e pela força para caminhar.

À minha amada Mãe Thereza, que também foi minha primeira professora e ao meu amado Pai Hamilton, pelos ensinamentos e exemplos preciosos. Ao meu irmão Ricardo por ser simplesmente meu mano, mais do que nunca .

Aos meus amados filhos Carolina e Hamilton pela felicidade, paz e orgulho que trazem para a minha vida.

Ao meu Orientador, Professor Fialho, pela amizade e inspiração desde os primeiros créditos do mestrado até agora.

Aos colegas de doutorado e de viagens, Aléssio, Arildo, Barbosa, Martin e Romano, pelo apoio e pelos momentos inesquecíveis.

À minha banca pelas sábias orientações e contribuições

À Rosemeri do PPGEF pelo apoio e boa vontade sempre. A todos os professores e funcionários da UFSC pelo apoio, prontidão e qualidade no atendimento.

Aos colegas que contribuíram com esta tese: Abatti, Catarina, Helena, Nilson e Noemi.

Aos amigos Sonia Ana e Barbosa pelo incentivo e apoio constante.

Aos que tentaram me atrapalhar por me ajudarem a evoluir.

RESUMO

MENDES, Mauricio Alves. **Gestão de cursos tecnológicos a distância com aplicação de laboratórios virtuais**. Florianópolis, 2007. 174 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Centro de Engenharia de produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina.

Nesta pesquisa, desenvolveu-se e avaliou-se um modelo de gestão de cursos tecnológicos a distância que utilizam Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) junto a ferramentas virtuais de simulação, aplicadas na experimentação prática, visando reduzir a carga horária presencial de experimentos práticos de cursos de graduação nesta modalidade, viabilizando-os nos aspectos financeiros e pedagógicos. No desenvolvimento desta tese, estudantes de disciplinas de um curso de graduação da área tecnológica são submetidos a avaliações de aprendizagem de conceitos tecnológicos e a ensaios experimentais com laboratórios compostos por ferramentas de simulação. Diversas tecnologias de informação e comunicação são aplicadas em conjunto com softwares de simulação, compondo um modelo de gestão de cursos de graduação na modalidade de ensino a distância. A eficácia deste modelo proposto é avaliada por comparação com o modelo presencial, cujos ensaios práticos também são avaliados paralelamente ao modelo virtual. Testes de conhecimento prévios e posteriores a cada experimento são efetuados em grupos de estudantes denominados de controle e experimentais visando à avaliação e ao aprimoramento do modelo proposto. A comparação entre os resultados dos testes aplicados aos grupos comprovou que o modelo apresenta condições plenas de aplicação em cursos tecnológicos. Uma pesquisa exploratória das ferramentas mais adequadas de simulação *on-line*, *off-line* e de realidade virtual disponíveis no mercado, antecedeu a pesquisa principal, identificando-se os dispositivos tecnológicos e as TIC mais adequadas para a implementação do modelo de gestão proposto.

Palavras-Chave: Ensino a Distância. Simuladores. Ferramentas Virtuais.

ABSTRACT

MENDES, Mauricio Alves. **Management model for distance learning courses of technology with application of simulation tools**. Florianópolis, 2007. 173 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Centro de Engenharia de produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina.

In this research it has been developed and evaluated a management model for distance learning courses of technology. In these courses it has been applied information and communication technologies together with simulation virtual tools on practical experimentation. The aim of this work is to minimize practical experiments demanded by undergraduate courses which usually require specialized laboratories at the Universities, reducing costs, while the pedagogical aspects are preserved. In this thesis, undergraduate students taking classes on technological subjects are submitted to experimental rehearsals through virtual laboratories composed of simulation tools. Several information and communication technologies are applied together with simulation software, composing a management model for distance learning courses of technology. The effectiveness of the proposed model is evaluated by comparing it with the traditional model. Previous and subsequent knowledge tests are applied at each experiment to students of control and experimental groups in parallel, evaluating their knowledge increment, and improving the proposed model itself. Comparing the results of the tests applied to the groups proved that the model presents full conditions of application in courses of technology. Before the main research was developed, to implement the proposed management model, an exploratory research has been performed, when the most suitable technological devices, information and communication technologies, on-line, off-line simulators and virtual reality tools were identified among the available on the market.

Keywords: Distance Learning. Simulators. Virtual Tools.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-----------|--|----|
| Figura 1 | - Espectro da Educação Científica e Tecnológica numa relação entre conhecimentos/atribuições práticas e teóricas | 20 |
| Figura 2 | - Instituições de Ensino Científico e Tecnológico numa relação entre conhecimentos/atribuições práticas e teóricas | 21 |
| Figura 3 | - Experimento de Física – Momento de Inércia | 31 |
| Figura 4 | - Osciloscópio Básico..... | 31 |
| Figura 5 | - Laboratório Virtual de Química - UFSC | 34 |
| Figura 6 | - Newton World | 35 |
| Figura 7 | - Maxwell World..... | 35 |
| Figura 8 | - Imersão entre cargas elétricas | 35 |
| Figura 9 | - Alterando virtualmente a massa..... | 35 |
| Figura 10 | - Laboratório Remoto de Automação..... | 36 |
| Figura 11 | - FAU, EUA – Laboratório Remoto de Eletricidade Básica | 37 |
| Figura 12 | - FAU, EUA – Laboratório Remoto/Câmera telecontrolada | 38 |
| Figura 13 | - FAU, EUA – Laboratório Remoto/Interface com o usuário | 38 |
| Figura 14 | - FAU, EUA - Laboratório Remoto de Física | 39 |
| Figura 15 | - Interface para os Alunos da Plataforma e-Proinfo..... | 46 |
| Figura 16 | - Interface de Administração da Plataforma e-Proinfo | 47 |
| Figura 17 | - Aulas em Videoconferência via Internet | 48 |
| Figura 18 | - Fluxograma da pesquisa | 51 |
| Figura 19 | - Analogia com o crescimento de uma macieira | 56 |
| Figura 20 | - Analogia com o crescimento de uma macieira | 57 |
| Figura 21 | - Simulador TINA – Complete <i>Electronics Lab</i> | 61 |
| Figura 22 | - Simulador CIRSIM 2.1 – Edição de Circuitos | 62 |
| Figura 23 | - Simulador CIRSIM 2.1 – Definição de escalas | 63 |
| Figura 24 | - CIRSIM 2.1 – Resultado da aplicação de um pulso simulado | 63 |
| Figura 25 | - Simulador <i>Spice Net</i> – Tela de edição e ensaio | 64 |
| Figura 26 | - Simulador <i>Spice Net</i> – Análise de Sinais | 65 |
| Figura 27 | - Simulador <i>Crocodile Physics</i> | 66 |
| Figura 28 | - Simulador <i>Crocodile Physics</i> – circuito eletromecânico com animação..... | 66 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| Figura 29 | - Simulador <i>Crocodile Physics</i> – circuito com imagens de componentes reais | 67 |
| Figura 30 | - Simulador <i>Electronics Workbench</i> – Filtro ativo analisado por osciloscópio e Bode Plotter..... | 69 |
| Figura 31 | - Simulador <i>Electronics Workbench</i> – Tela ampliada do osciloscópio duplo-traço virtual | 70 |
| Figura 32 | - Modelo para pesquisa preliminar | 72 |
| Figura 33 | - Fluxograma da pesquisa preliminar | 74 |
| Figura 34 | - Modelo para pesquisa principal..... | 78 |
| Figura 35 | - Distribuição dos alunos nas turmas GC e GE..... | 80 |
| Figura 36 | - Fluxograma da pesquisa principal | 82 |
| Figura 37 | - Representação do experimento em equipe no fórum..... | 85 |
| Figura 38 | - Tela do fórum de discussão virtual e-Proinfo | 86 |
| Figura 39 | - Modelo de gestão ampliado | 142 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|-----|
| Gráfico 1 - Noções sobre Informática | 89 |
| Gráfico 2 - Utilização prévia de simulador..... | 90 |
| Gráfico 3 - Disponibilidade semanal dos estudantes | 91 |
| Gráfico 4 - Simulação prévia de circuitos eletro-eletrônicos | 92 |
| Gráfico 5 - Utilização prévia de instrumentos de medição..... | 93 |
| Gráfico 6 - Realização prévia de práticas de laboratório de eletricidade | 94 |
| Gráfico 7 - Curso anterior na área Eletroeletrônica | 95 |
| Gráfico 8 - Utilização prévia de software de simulação | 97 |
| Gráfico 9 - Disponibilidade semanal dos estudantes | 98 |
| Gráfico 10 - Simulação prévia de circuitos eletroeletrônicos..... | 99 |
| Gráfico 11 - Curso anterior na área Eletroeletrônica | 100 |
| Gráfico 12 - Médias dos pré-testes | 102 |
| Gráfico 13 - Evolução do grupo de controle | 103 |
| Gráfico 14 - Evolução do grupo experimental | 105 |
| Gráfico 15 - Comparação entre os pós-testes | 106 |
| Gráfico 16 - Comparação entre os grupos sem os alunos que já cursaram Eletroeletrônica .. | 108 |
| Gráfico 17 - Resultado dos pré-testes | 109 |
| Gráfico 18 - Evolução do grupo de controle | 109 |
| Gráfico 19 - Evolução grupo experimental | 110 |
| Gráfico 20 - Comparação dos pós-testes | 110 |
| Gráfico 21 - Média gerais das equipes do grupo experimental | 113 |
| Gráfico 22 - Acesso dos alunos do GE ao fórum | 115 |
| Gráfico 23 - Resultados dos pós-testes | 116 |
| Gráfico 24 - Médias gerais das equipes do grupo experimental..... | 119 |
| Gráfico 25 - Acesso dos alunos do GE ao fórum | 120 |
| Gráfico 26 - Resultado dos pós-testes | 121 |
| Gráfico 27 - Resultado de P15 | 125 |
| Gráfico 28 - Resultado de P16..... | 125 |
| Gráfico 29 - Resultado de P17 | 125 |
| Gráfico 30 - Resultado de P18 | 125 |
| Gráfico 31 - Resultado de P19 | 125 |

| | |
|-------------------------------------|-----|
| Gráfico 32 - Resultado de P20 | 125 |
| Gráfico 33 - Resultado de P21 | 126 |
| Gráfico 34 - Resultado de P15 | 127 |
| Gráfico 35 - Resultado de P16 | 127 |
| Gráfico 36 - Resultado de P17 | 128 |
| Gráfico 37 - Resultado de P18 | 128 |
| Gráfico 38 - Resultado de P19 | 128 |
| Gráfico 39 - Resultado de P20 | 128 |
| Gráfico 40 - Resultado de P21 | 128 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|-----|
| Quadro 1 - Cursos de graduação em EAD credenciados pelo MEC | 19 |
| Quadro 2 - Cursos de Graduação no Catálogo de Cursos da ABED | 20 |
| Quadro 3 - Áreas do conhecimento e cursos | 22 |
| Quadro 4 - Fatores de avaliação das ferramentas de simulação | 44 |
| Quadro 5 - Softwares de simulação avaliados na pesquisa | 44 |
| Quadro 6 - Simuladores <i>on-line</i> testados | 45 |
| Quadro 7 - Laboratórios Remotos testados | 45 |
| Quadro 8 - Recursos e Ferramentas do Ambiente e-Proinfo | 46 |
| Quadro 9 - Variáveis da pesquisa | 54 |
| Quadro 10 - Tecnologias e Ferramentas adotadas na pesquisa | 54 |
| Quadro 11 - Variáveis dependentes (habilidades) e suas descrições..... | 81 |
| Quadro 12 - Fórmula de cálculo do coeficiente de rendimento acadêmico dos alunos | 83 |
| Quadro 13 - Relação entre notas e conceitos | 101 |
| Quadro 14 - Médias do pré-teste | 102 |
| Quadro 15 - Evolução do grupo de controle..... | 103 |
| Quadro 16 - Evolução do grupo experimental..... | 104 |
| Quadro 17 - Comparação entre os pós-testes | 106 |
| Quadro 18 - Comparação sem alunos que já cursaram Eletroeletrônica | 107 |
| Quadro 19 - Debate dos alunos em equipe no fórum virtual..... | 114 |
| Quadro 20 - Resultados dos pós-testes | 116 |
| Quadro 21 - Fórum de uma equipe do GE de circuitos elétricos..... | 118 |
| Quadro 22 - Resultado dos pós-testes..... | 121 |
| Quadro 23 - Perguntas da enquete de satisfação | 123 |
| Quadro 24 - Respostas do GE de Introdução à Eletricidade em percentual..... | 124 |
| Quadro 25 - Respostas do GE de Circuitos Elétricos em percentual | 127 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----|
| Tabela 1 - Temas abordados nas práticas por turma | 80 |
| Tabela 2 - Escores do vestibular do 2º semestre de 2005 | 83 |
| Tabela 3 - Notas de Introdução à Eletricidade..... | 84 |
| Tabela 4 - Médias da avaliação do desempenho das equipes | 112 |
| Tabela 5 - Médias das avaliações das equipes | 117 |

LISTA DE ABREVIATURAS

| | | |
|----------|---|---|
| ABED | - | Associação Brasileira de Educação a Distância |
| CAI | - | Computer Aided Instruction |
| CD | - | Compact Disk |
| CEFET | - | Centro Federal de Educação Tecnológica |
| CNPq | - | Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico |
| DOU | - | Diário Oficial da União |
| EAD | - | Ensino a Distância |
| EWB | - | Electronic Workbench |
| FAU | - | Florida Atlantic University |
| GC | - | Grupo de Controle |
| GE | - | Grupo Experimental |
| GMU | - | George Mason University |
| HMD | - | Head Mounted Display |
| IEEE | - | Institute of Electrical and Electronics Engineers |
| ITESM | - | Instituto Tecnológico Superior de Monterrey |
| LabIUtil | - | Laboratório de Utilizabilidade da Informática da UFSC |
| LMS | - | Learning Management System |
| LOM | - | Learning Object Metadata |
| MEC | - | Ministério da Educação |
| PUC-RS | - | Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul |
| RIVED | - | Rede Interativa Virtual de Educação |
| ROM | - | Read Only Memory |
| SENAI | - | Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial |
| SESu | - | Secretaria de Ensino Superior |
| TIC | - | Tecnologias de Informação e Comunicação |
| UFSC | - | Universidade Federal de Santa Catarina |
| UNIME | - | Instituto de Física e Medicina da Itália |
| URJC | - | Universidade Rei Juan Carlos |
| UTFPR | - | Universidade Tecnológica Federal do Paraná |
| VRML | - | Virtual Reality Modeling System |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 16 |
| 1.1 | PROBLEMA DE PESQUISA..... | 17 |
| 1.1.1 | O Foco de Análise | 17 |
| 1.2 | JUSTIFICATIVA, RELEVÂNCIA E LIMITAÇÕES DO ESTUDO | 19 |
| 1.3 | OBJETIVOS E HIPÓTESES | 23 |
| 1.3.1 | Objetivo Geral | 23 |
| 1.3.2 | Hipóteses..... | 23 |
| 1.3.3 | Objetivos Específicos | 24 |
| 1.4 | RESUMO DOS CAPÍTULOS | 25 |
| 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 27 |
| 2.1 | OS SOFTWARES DE SIMULAÇÃO | 28 |
| 2.2 | SIMULADORES <i>ON-LINE</i> | 29 |
| 2.3 | LABORATÓRIOS DE REALIDADE VIRTUAL | 32 |
| 2.4 | LABORATÓRIOS REMOTOS..... | 35 |
| 2.5 | VIRTUALIDADE NO ENSINO | 39 |
| 2.6 | EXPERIÊNCIAS DE APRENDIZAGEM COM SIMULAÇÃO | 41 |
| 2.7 | AVALIAÇÃO E DEFINIÇÃO DE FERRAMENTAS | 43 |
| 2.7.1 | Softwares de Simulação <i>Off-Line</i> | 44 |
| 2.7.2 | <i>Sites</i> de Simulação <i>On-Line</i> | 45 |
| 2.7.3 | <i>Sites</i> de Laboratórios Remotos Experimentados | 45 |
| 2.7.4 | Ambiente de Gerenciamento de Aprendizagem (LMS) | 46 |
| 2.7.5 | Videoconferência pela Internet | 47 |
| 3 | PROCEDIMENTO METODOLÓGICO | 49 |
| 3.1 | CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA..... | 49 |
| 3.2 | CLASSIFICAÇÃO DO MÉTODO..... | 50 |
| 3.3 | DESCRIÇÃO DO MÉTODO | 50 |
| 3.3.1 | Caracterização da População e do Cenário..... | 52 |
| 3.3.2 | Procedimento de Pesquisa | 53 |
| 3.3.3 | Pesquisa preliminar..... | 54 |
| 3.3.4 | Pesquisa Principal..... | 56 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4 | DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA E DO MODELO DE GESTÃO | 59 |
| 4.1 | AVALIAÇÃO E ESCOLHA DOS SIMULADORES <i>OFF-LINE</i> | 59 |
| 4.1.1 | Simulador TINA – Complete Electronics Lab | 60 |
| 4.1.2 | Simulador CIRSIM – <i>Electronic Circuit</i> Simulator | 61 |
| 4.1.3 | Simulador <i>SpiceNet</i> | 64 |
| 4.1.4 | Simulador <i>Crocodile Physics</i> | 65 |
| 4.1.5 | Simulador <i>Electronics Workbench</i> (EWB)..... | 68 |
| 4.2 | PESQUISA PRELIMINAR | 71 |
| 4.2.1 | Descrição do Modelo Preliminar | 71 |
| 4.2.2 | Descrição do Experimento Preliminar | 73 |
| 4.2.3 | Avaliação do Experimento Preliminar..... | 75 |
| 4.2.4 | Avaliação do Modelo Preliminar | 76 |
| 4.3 | PESQUISA PRINCIPAL | 77 |
| 4.3.1 | Descrição do Modelo Principal | 77 |
| 4.3.2 | Descrição do Experimento Principal | 79 |
| 5 | RESULTADOS DA PESQUISA | 87 |
| 5.1 | ESTUDO DE PERFIL E EQUIVALÊNCIA ENTRE OS GRUPOS | 88 |
| 5.1.1 | Disciplina Introdução à Eletricidade | 88 |
| 5.1.1.1 | Disponibilidade de computador com acesso à Internet | 88 |
| 5.1.1.2 | Noções sobre Informática | 89 |
| 5.1.1.3 | Utilização prévia de software de simulação | 90 |
| 5.1.1.4 | Disponibilidade dos estudantes para os experimentos simulados | 91 |
| 5.1.1.5 | Simulação prévia de circuitos eletro-eletrônicos | 92 |
| 5.1.1.6 | Utilização prévia de instrumentos de medição | 93 |
| 5.1.1.7 | Realização prévia de práticas de laboratório de eletricidade | 94 |
| 5.1.1.8 | Curso anterior na área Eletroeletrônica | 95 |
| 5.1.2 | Disciplina Circuitos Elétricos | 96 |
| 5.1.2.1 | Disponibilidade de computador com acesso à Internet | 96 |
| 5.1.2.2 | Utilização prévia de software de simulação | 97 |
| 5.1.2.3 | Disponibilidade dos estudantes para os experimentos simulados | 98 |
| 5.1.2.4 | Simulação prévia de circuitos eletroeletrônicos | 99 |
| 5.1.2.5 | Curso anterior na área Eletroeletrônica | 99 |
| 5.2 | RESULTADOS DOS EXPERIMENTOS – PRIMEIRA PRÁTICA..... | 100 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 5.2.1 | Disciplina Introdução à Eletricidade | 101 |
| 5.2.1.1 | Pré-testes dos grupos de controle e experimental..... | 102 |
| 5.2.1.2 | Evolução do grupo de controle | 103 |
| 5.2.1.3 | Evolução do grupo experimental..... | 104 |
| 5.2.1.4 | Comparação entre os pós-testes | 106 |
| 5.2.1.5 | Comparação entre os grupos sem os alunos que já cursaram Eletroeletrônica | 107 |
| 5.2.2 | Disciplina Circuitos Elétricos | 108 |
| 5.3 | RESULTADOS DOS EXPERIMENTOS – SEGUNDA PRÁTICA..... | 110 |
| 5.3.1 | Disciplina Introdução à Eletricidade | 111 |
| 5.3.1.1 | Resultados do trabalho colaborativo..... | 112 |
| 5.3.1.2 | Resultados dos pós-testes | 115 |
| 5.3.2 | Disciplina Circuitos Elétricos | 117 |
| 5.3.2.1 | Resultados do trabalho colaborativo..... | 117 |
| 5.3.2.2 | Resultados dos pós-testes | 120 |
| 5.4 | RESULTADOS DA ENQUETE DE SATISFAÇÃO | 122 |
| 5.4.1 | Respostas dos alunos de Introdução à Eletricidade | 124 |
| 5.4.2 | Respostas dos alunos de Circuitos Elétricos..... | 127 |
| 6 | CONCLUSÕES | 130 |
| | REFERÊNCIAS..... | 145 |
| | BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS | 149 |
| | APÊNDICES | 150 |
| | ANEXOS..... | 153 |

1 INTRODUÇÃO

O Ensino a Distância de cursos tecnológicos que envolvem experimentação prática necessita da utilização de conjuntos de componentes didáticos de experimentos (*kits*) e fitas de vídeo com demonstrações de ensaios práticos encaminhados aos estudantes para suprir as necessidades de experimentações práticas. Esta já foi uma das principais alternativas para a oferta de cursos a distância, por correspondência, anteriormente ao surgimento das ferramentas multimídia e da Internet. Contudo, este procedimento restringe consideravelmente as áreas dos cursos com possibilidade de oferta remota.

A distribuição de materiais e componentes didáticos relacionados com o ensino prático de elementos tecnológicos modernos, inviabiliza financeiramente os cursos, para estudantes e instituições de ensino. Além disto, instrumentos de medição de maior complexidade, de custo elevado, não podem ser disponibilizados desta maneira. Existem alternativas como a programação de aulas intensivas de laboratório em centros remotos, equipados adequadamente, ou o deslocamento de laboratórios portáteis itinerantes, que, no entanto, também oneram o curso, considerando-se os custos com deslocamento, além do fato de que os conteúdos teóricos ficariam mais isolados da experimentação e demonstração prática.

A aplicação da multimídia, dos dispositivos interativos e dos hipertextos, comumente utilizados em cursos a distância através de ambientes virtuais de aprendizagem ou de LMS (*Learning Management System*) aprimora a aquisição de conhecimento nas diversas áreas do saber. A integração de recursos como imagem, áudio, textos, assim como as diversas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), permitem ao estudante o contato com uma extraordinária riqueza de informações que podem ser acessadas de maneira dinâmica e interativa e, muitas vezes, lúdica. Estes recursos, porém, são insuficientes para os ensaios e demonstrações científico-tecnológicas, bem como para o desenvolvimento de competências e habilidades práticas relacionadas com os perfis profissionais programados pelas instituições de ensino (DEDE, 2000).

A experimentação prática de elementos científicos e de dispositivos tecnológicos, efetuada em cursos a distância, conta com o apoio de animações elaboradas com softwares específicos para demonstrações de movimentos e formas. Porém, a aquisição de conhecimento sem que se viabilizem inferências não permite um ciclo completo de cognição (FIALHO, 2001), tornando necessário o desenvolvimento de softwares tutoriais e de simulação de experimentos práticos específicos, bem como a disponibilização de laboratórios

virtuais que venham a atender às diversas programações curriculares. As limitações na utilização destas ferramentas de ensino devem ser estudadas de forma aprofundada, antecedendo-se ao planejamento e desenvolvimento de programas de cursos com exigência de aulas práticas a distância.

Percebe-se um crescimento na aplicação de técnicas de simulação no ensino presencial ou a distância das diversas áreas do conhecimento. A imaginação auxiliada por computador (LÉVY, 1993) potencializa os recursos e as metodologias de ensino a distância, tanto para exemplificação e assimilação de conteúdos teóricos, como para substituição de experimentos práticos de laboratório.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

A eficiência didática e, principalmente, a capacidade de aquisição de conhecimento, proporcionada pela aplicação de softwares simuladores em experimentos práticos, requer uma investigação científica criteriosa de adaptação para cada área de conhecimento. Isso para possibilitar um planejamento metodológico adequado do desenvolvimento das habilidades e competências esperadas. Deve-se planejar a dosagem de teoria, experimentação real, experimentação simulada e as tecnologias de informação e comunicação adequadas.

1.1.1 O Foco de Análise

As técnicas de simulação, em particular aquelas que utilizam imagens interativas, não garantem as inferências/raciocínios humanos, mas prolongam e transformam a capacidade de imaginação e de pensamento (LÉVY, 1999), comparativamente à passividade proporcionada pela simples demonstração de vídeos ou animações sem interação. A imersão proporcionada pela simulação ou pela realidade virtual pode substituir, ou até mesmo potencializar, algumas modalidades de experimentações práticas através de metodologia própria, incluindo avaliações e estratégias específicas.

Torna-se necessário dosarem-se adequadamente as diversas ferramentas e TIC disponíveis, após análise criteriosa da eficácia da utilização de tais elementos para o desenvolvimento de cada habilidade e competência esperada. Alguns fatores devem ser estudados nesta pesquisa sobre a aplicabilidade de ferramentas virtuais, são eles:

- a) possibilidade de falsa geração de habilidades e destreza relacionadas ao saber fazer;
- b) insegurança ou indeterminação por parte dos estudantes em situações práticas reais, após terem sido submetidos apenas a dispositivos simulados, sem riscos e sem prejuízos, como acontecem com experimentos reais;
- c) desenvolvimento limitado de habilidades motoras relacionadas com as profissões em estudo;
- d) falsa sensação de domínio do tema em estudo por parte dos alunos ao completarem, com êxito, os experimentos simulados;
- e) dosagem de experimentos reais mínimos necessários para se proporcionar aos alunos um contato inicial com instrumentos e componentes reais, buscando-se a potencialização didática das ferramentas simuladas;
- f) ausência de avaliação e realimentação contínua do desenvolvimento dos ensaios por parte do professor, a serem compensadas através de outros meios de interação;
- g) ferramentas ainda pouco aprimoradas no que diz respeito à interação professor-aluno no desenrolar dos experimentos.

Embora existam na atualidade simuladores de altíssimo grau de detalhamento e sofisticação tecnológica, aprimoramentos ainda devem ser implementados no sentido de torná-los efetivamente didáticos, proporcionando maior interação entre professor e aluno durante o processo de experimentação remota.

Paralelamente ao aprimoramento dos softwares de forma integrada com os designers educacionais, os organizadores/coordenadores de cursos tecnológicos a distância necessitam de uma avaliação prévia das metodologias e estratégias a serem empregadas para contornar as eventuais deficiências de ensino-aprendizagem como as aqui relatadas. O planejamento e gestão destes cursos em consonância com a metodologia adequada de utilização das ferramentas e TIC disponíveis é o principal foco desta pesquisa.

Levando-se em consideração este contexto e a problemática apresentada, pretende-se adotar como questão norteadora desta pesquisa a seguinte indagação:

- **Poderá um modelo de gestão de curso de Ensino a Distância, que consiga articular e dosar o uso de tecnologias de informação e comunicação e ferramentas virtuais, reduzir a necessidade de experimentos presenciais em cursos tecnológicos?**

1.2 JUSTIFICATIVA, RELEVÂNCIA E LIMITAÇÕES DO ESTUDO

A regulamentação do Ensino a Distância no Brasil se iniciou pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1996), que foi regulamentada pelo Decreto n.º 5.622, publicado no D.O.U. de 20/12/05 (que revogou o Decreto n.º 2.494, de 10 de fevereiro de 1998, e o Decreto n.º 2.561, de 27 de abril de 1998) com normatização definida na Portaria Ministerial n.º 4.361, de 2004 (que revogou a Portaria Ministerial n.º 301, de 07 de abril de 1998). Desde então, as Instituições de Ensino Superior credenciadas passaram a ofertar, com direito a registro de diploma de forma oficial, na modalidade de Ensino a Distância (EAD), cursos de graduação, sequenciais e especializações. (PORTAL MEC, 2007, *site*)

No levantamento efetuado junto ao Ministério de Educação (MEC) na Secretaria de Educação a Distância no primeiro ano da normatização (anexo 1), cujo resumo é apresentado no quadro 1, observa-se que praticamente a totalidade dos cursos credenciados eram cursos de graduação que não exigiam, em seus projetos curriculares, a experimentação prática em laboratórios (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA, 2004).

| Modalidade de graduações | Números de cursos | Áreas dos cursos | Oferta de aulas práticas |
|---------------------------------|--------------------------|---|---------------------------------|
| Totalmente Teóricas | 31 | Gestão Ciências e Licenciatura | - |
| Com exigência de Laboratórios | 02 | Engenharia Química, Ciências Biológicas | Presencial |

Quadro 1 - Cursos de graduação em EAD credenciados pelo MEC

Fonte: MEC - Ministério da Educação e Cultura (2004, *site*).

Neste mesmo levantamento, observa-se que não eram ofertados cursos superiores na área tecnológica ou de engenharia, com exceção do curso de Engenharia Química, ofertado pela PUC-RS, cujas aulas de laboratório eram ministradas presencialmente. Os cursos desta área do conhecimento, na sua maioria, desenvolvem habilidades e competências teóricas e práticas em ambientes específicos mistos (teoria/laboratório) ou exclusivamente de experimentos práticos.

Infelizmente, não se encontra mais disponível no MEC a relação de cursos de graduação credenciados nos últimos anos. Contudo, um comparativo das ofertas nacionais em 2007, é possível através de levantamento junto à Associação Brasileira de Educação a Distância (ABED), através do qual pode-se observar a oferta precária na área tecnológica quadro 2. (anexo 2)

| Modalidade de Graduações | Número de cursos | Áreas dos cursos | Oferta de aulas práticas |
|-------------------------------|------------------|--|--------------------------|
| Totalmente Teóricas | 39 | Gestão Ciências e Licenciatura | - |
| Com exigência de Laboratórios | 06 | Engenharia Química, Biologia, Educ. Física | Presencial |

Quadro 2 - Cursos de Graduação no Catálogo de Cursos da ABED

Fonte: ABED - Associação Brasileira de Educação a Distância (2007, *site*).

Na figura 1 observa-se o espectro da Educação Científica e Tecnológica com a representação dos dois principais eixos da Educação. O eixo 1, da Educação Científica, representa os cursos com características mais próximas do eixo vertical (atribuições teóricas) e o eixo 2, da Educação Tecnológica, representa os cursos com características mais próximas do eixo horizontal (atribuições práticas).

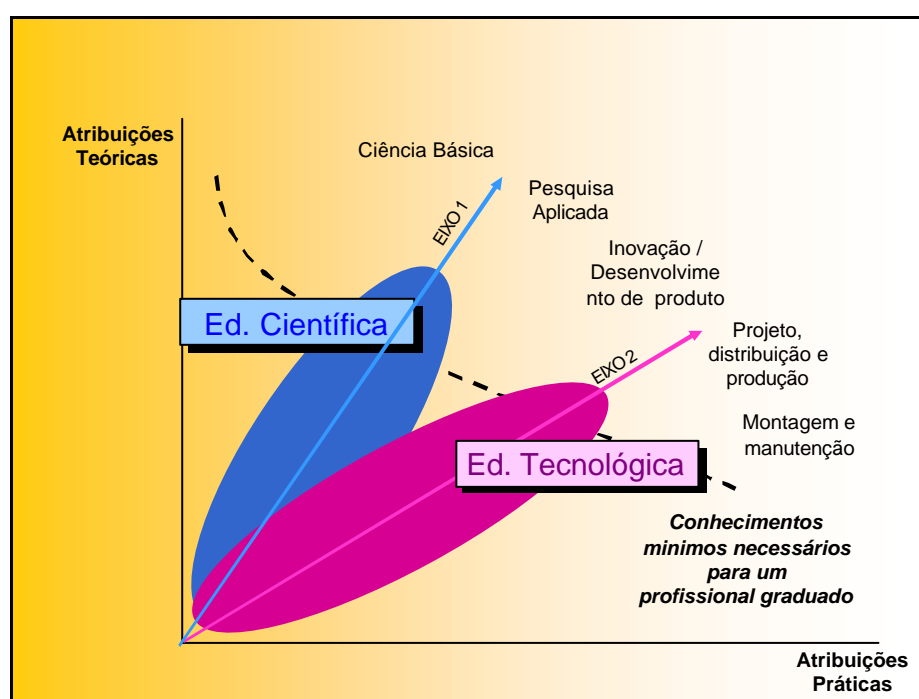


Figura 1 - Espectro da Educação Científica e Tecnológica numa relação entre conhecimentos/atribuições práticas e teóricas

Fonte: Netto (2005).

Analogamente, na figura 2, o eixo 1 representa a identidade, tipos de cursos e a forma de atuação dos cursos mais teóricos, geralmente ofertados pelas Universidades clássicas. Já o eixo 2 faz esta representação para as Instituições predominantemente de Educação Tecnológica e Profissional, com atribuições mais práticas. É justamente nesta faixa que se observa, pelos cursos credenciados pelo Ministério da Educação para atuação em Ensino a Distância, a falta de oferta de cursos, haja vista a dificuldade do desenvolvimento dos conteúdos práticos de laboratório.

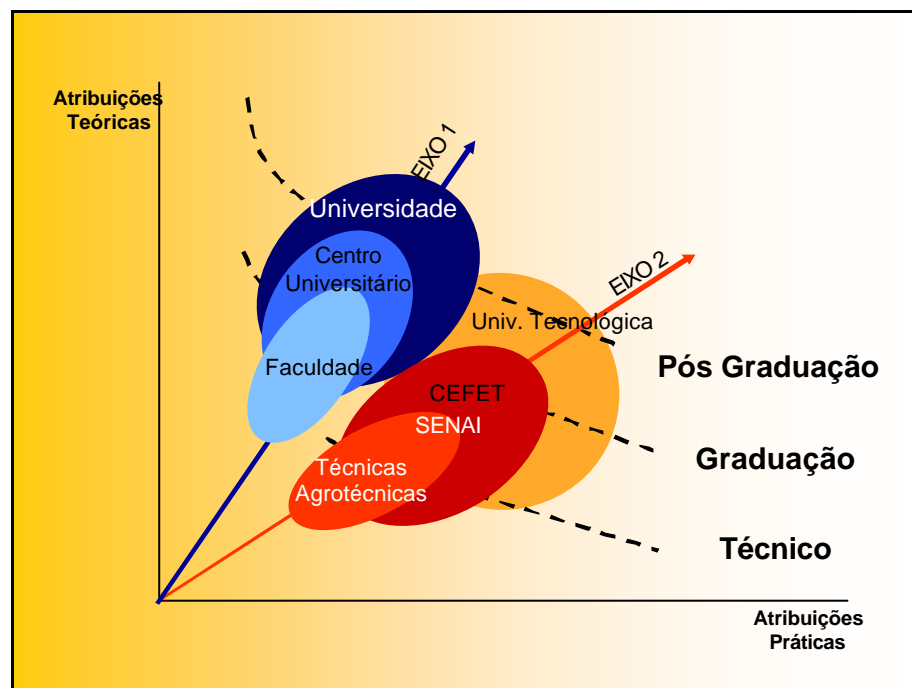


Figura 2 - Instituições de Ensino Científico e Tecnológico numa relação entre conhecimentos/atribuições práticas e teóricas

Fonte: Netto (2005).

Também se pode observar na figura 2/eixo 2 e na curva tracejada a representação dos Cursos Técnicos ofertados pelas Instituições de Educação Profissional, como CEFET e SENAI, que também possuem características mais práticas.

Num estudo das áreas do conhecimento e dos cursos (genéricos) relacionados com cada área, conforme padronização do CNPQ em vigor (anexo 3), constata-se que aproximadamente 58,3 por cento dos cursos exigem experimentação prática em laboratório. O quadro 3 representa esta distribuição entre áreas e cursos.

| Áreas do Conhecimento | Cursos totalmente teóricos | Cursos com exigência de prática em laboratório |
|------------------------------|-----------------------------------|---|
| Ciências Exatas e da Terra | 6 | 2 |
| Ciências Biológicas | 0 | 13 |
| Engenharias | 0 | 13 |
| Ciências da Saúde | 0 | 9 |
| Ciências Agrárias | 0 | 7 |
| Ciências Sociais Aplicadas | 17 | 5 |
| Ciências Humanas | 9 | 1 |
| Linguística, Letras e Artes | 2 | 1 |
| Outros | 11 | 12 |
| TOTAL | 45 | 63 |
| TOTAL (%) | 41,7 | 58,3 |

Quadro 3 - Áreas do conhecimento e cursos

Fonte: CNPQ (2007, *site*).

Na distribuição de áreas e cursos do CNPQ (2007, *site*) não são levados em consideração os Cursos Superiores de Tecnologia, que também são graduações. As nomenclaturas destes cursos foram padronizadas para todas as Instituições de Ensino Superior do Brasil pela Portaria do MEC nº 10, de 28 de julho de 2006 (anexo 4). Num levantamento feito nesta Portaria, observa-se que dos 96 cursos relacionados, 75 exigem experimentação prática.

O estudo aqui desenvolvido não pretende eliminar completamente a experimentação prática presencial em laboratórios, mas sim minimizá-la com o intuito de viabilizar economicamente a oferta de maior número de cursos de graduação na modalidade a distância, principalmente na área tecnológica.

A utilização dos laboratórios virtuais, de ferramentas virtuais de experimentos simulados, bem como as diversas tecnologias de informação e comunicação serão aqui testadas, otimizadas e dosadas por um método de gestão de cursos de EAD que disponha destes instrumentos.

Os ensaios se limitarão à Área Tecnológica Elétrica, com ferramentas e estudantes de cursos tecnológicos desta mesma área. Ressalta-se, porém, que o modelo de gestão dos

curso, com as devidas adaptações, poderá ser aplicado em outras áreas do conhecimento tecnológico.

1.3 OBJETIVOS E HIPÓTESES

Num estudo como este, no qual aparentemente as tecnologias e as TIC tendem a ser o foco de estudo, o principal cuidado será a efetividade da aprendizagem e a garantia de que o professor exerça o papel de moderador e intermediário entre os estudantes, na aprendizagem colaborativa, funcionando como o elo de acesso dos alunos ao conhecimento (LITWIN, 1997).

Para que o ensino tecnológico a distância se torne viável, além do estudo e domínio dos recursos tecnológicos e de TIC existentes, torna-se necessário o desenvolvimento de softwares tutoriais e de simulação de experimentos práticos específicos, bem como a disponibilização de laboratórios virtuais que venham a atender às diversas programações curriculares. Certamente, as eventuais limitações na utilização destas ferramentas de ensino devem ser estudadas de forma aprofundada, antecedendo-se ao planejamento e desenvolvimento de programas de curso com exigência de aulas práticas a distância.

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa é desenvolver e avaliar um modelo de gestão de cursos tecnológicos a distância que utilizem tecnologias de comunicação e informação em conjunto com ferramentas virtuais de simulação aplicadas na experimentação prática, com o intuito de reduzir a carga horária presencial de experimentos práticos de cursos de graduação nesta modalidade.

1.3.2 Hipóteses

Uma vez alcançados o domínio e a devida adaptação dos recursos tecnológicos para a experimentação prática a distância, pode-se desenvolver o modelo de gestão mais adequado para o projeto curricular pretendido, visando à correta dosagem e articulação entre os diversos meios e recursos disponíveis e também levando-se em consideração todos os atores de um

sistema de ensino a distância, tais como aluno, professor, designers educacionais, tutores presenciais e tutores a distância.

Torna-se necessária a formulação de hipóteses e alguns questionamentos para o desenvolvimento de uma pesquisa científica a respeito deste tema:

- a) a virtualidade, em casos práticos de experimentação tecnológica, pode acarretar uma falsa geração de habilidades e destrezas relacionadas ao saber fazer;
- b) a comodidade no manuseio de ferramentas virtuais, a ausência de riscos de danificação real de equipamentos e dispositivos, a inexistência de custos dos componentes simulados dos ensaios e a criação de ambientes com controle total de variáveis, inclusive dos defeitos e imperfeições programáveis nos simuladores, podem gerar no estudante uma possível insegurança ou indeterminação em situações práticas reais;
- c) os experimentos tecnológicos simulados podem proporcionar aos estudantes o desenvolvimento das mesmas competências e habilidades desenvolvidas em experimentos reais;
- d) a aplicação das ferramentas virtuais e das Tecnologias de Informação e Comunicação, em conjunto com um método de gestão apropriado, proporciona ao processo ensino-aprendizagem maior eficácia do que as aplicações isoladas, sem planejamento e metodologia.

1.3.3 Objetivos Específicos

- a) testar as diversas TIC, tais como simuladores *on-line* e *off-line*, laboratórios remotos, ambientes de administração e aprendizagem virtuais LMS (*Learning Manage System*), fóruns eletrônicos, objetos de aprendizagem, videoconferência pela Internet, visando à otimização e adequação destes elementos à aprendizagem de competências práticas;
- b) aplicar, em turmas de graduação tecnológica, os diversos elementos de aprendizagem de forma isolada e em conjunto visando à avaliação da eficácia e eficiência didático-pedagógica do conjunto, comparativamente ao desenvolvimento das mesmas competências práticas efetuado presencialmente;
- c) classificar as competências e habilidades práticas que poderão ou não ser desenvolvidas com o auxílio de TIC e ferramentas virtuais;

- d) propor um modelo de gestão que dose corretamente a aplicação destes elementos de forma coordenada de acordo com o tipo de atividade e competência prática a ser desenvolvida.

1.4 RESUMO DOS CAPÍTULOS

Esta pesquisa foi estruturada numa seqüência lógica, de forma que paralelamente aos experimentos de pesquisa, seus resultados fossem avaliados gerando subsídios para a elaboração do modelo de gestão.

Será apresentada neste item, portanto, o resumo do conteúdo dos capítulos para que se possa ter uma visão geral da estratégia e estrutura desta pesquisa.

Capítulo 1 - No capítulo inicial, são apresentadas uma contextualização e uma justificativa da pesquisa baseada em dados e informações sobre a oferta de cursos tecnológicos a distância no Brasil. Através da análise das diversas áreas de cursos de graduação existentes, das áreas do conhecimento e dos cursos superiores a distância credenciados pelo Ministério da Educação, demonstra-se a escassez da oferta de cursos tecnológicos nesta modalidade de ensino.

Justifica-se a pesquisa pela dificuldade de oferta de cursos que exijam, em função de seus perfis profissionais, a elaboração de aulas práticas com experimentação em laboratórios. Levantam-se hipóteses a respeito da utilização de simuladores em substituição ou redução de experimentos, assim como do possível modelo de gestão dos cursos que venham a utilizar estas ferramentas. O problema da pesquisa é definido, baseado na justificativa e contexto apresentados.

Capítulo 2 - A revisão bibliográfica apresentada busca subsídios teóricos para a aplicação de ferramentas virtuais como alternativa aos instrumentos e componentes reais aplicados na experimentação prática em cursos presenciais. Um estudo teórico sobre simulação, ferramentas *on-line* e *off-line*, realidade virtual e laboratórios remotos aponta o caminho a ser seguido na pesquisa a respeito de quais tecnologias mais se adaptam à solução proposta.

Os resultados positivos e negativos de pesquisas anteriores sobre o mesmo tema são relatados, tomando-os como referência para a montagem de um modelo de gestão de cursos tecnológicos na modalidade a distância que empregue as TIC e simuladores nas aulas práticas.

Capítulo 3 - Baseado na literatura sobre metodologia científica, descreve-se o

método a ser adotado na pesquisa, classificando-o de acordo com a teoria existente. Duas etapas principais são apresentadas: a pesquisa preliminar e a principal. Justifica-se o método mais indicado pela literatura para avaliação da eficácia de processos de ensino-aprendizagem, nos quais pré-testes e pós-testes são aplicados a estudantes de grupos de níveis diferentes e divididos em grupo de controle e grupo experimental.

Capítulo 4 - Neste capítulo, o modelo de gestão inicial é proposto, assim como é descrita a pesquisa preliminar que o avalia. Levando-se em consideração os pontos fortes e falhas da proposta inicial, é elaborada uma proposta mais completa do modelo de gestão e, em paralelo, descreve-se a estratégia de avaliação da eficácia do processo de ensino-aprendizagem com a aplicação do modelo. Neste método de avaliação são previstos procedimentos metodológicos, como a forma de amostragem e divisão de grupos, sondagem do perfil dos envolvidos e os testes prévios e posteriores aos experimentos.

Capítulo 5 - Após a conclusão de todos os experimentos da pesquisa, a etapa seguinte é a de organização e compilação de dados, extraindo-se informações relevantes para o modelo de gestão. Neste capítulo são apresentados todos os resultados de cada etapa da pesquisa, sejam eles qualitativos ou quantitativos. São apresentados quadros, tabelas e gráficos sobre: sondagens iniciais de perfil, análise de equivalência entre grupos de controle e grupos experimentais, resultados de pré-testes, pós-testes e provas de conhecimento e enquête final. Os resultados são acompanhados de comentários, conclusões e recomendações a respeito do modelo proposto.

Capítulo 6 - As conclusões desta tese são apresentadas numa estrutura semelhante à da sequência da pesquisa, iniciando-se pela análise crítica da própria pesquisa. Na sequência, trata-se a simulação em si e seus efeitos, assim como a eficácia das ferramentas virtuais no ensino. Na continuidade, o modelo de gestão proposto e experimentado é analisado e, baseado nos resultados da pesquisa, são propostas implementações ao modelo. Estes ajustes visam à melhoria da aprendizagem e dos procedimentos de planejamento e gestão do curso, culminando na proposta de um modelo final e generalizado para cursos com várias turmas, tomando por base os elementos avaliados na pesquisa. Finalmente, são sugeridos trabalhos de desenvolvimento e pesquisas complementares a esta.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são abordadas as diversas formas de aplicação da simulação e experimentação remota e virtual, analisando-se o estado da arte das ferramentas virtuais aplicáveis ao ensino a distância e presencial. A revisão bibliográfica enfoca estudos teóricos e experiências mundiais a respeito do ensino auxiliado por simulação e das ferramentas que utilizam este recurso para colaborar no processo cognitivo dos estudantes para o desenvolvimento de competências e habilidades. Um estudo comparativo entre a aplicabilidade de softwares simuladores, de laboratórios remotos e das diversas TIC visando à interação e à gestão de cursos que utilizem estas ferramentas também é apresentado.

Com a expansão do acesso à Internet, o Ensino a Distância atraiu definitivamente o interesse das universidades e governos que querem oportunizar acesso à formação superior e profissionalizante à população, proporcionando um verdadeiro renascimento educacional (JONES, 1997).

A partir da consolidação dos meios de comunicação digital e da tendência mundial de integração via tecnologias cada vez mais eficientes e velozes, pesquisas relacionadas com ensino remoto nas mais diversas áreas do conhecimento passaram a ser desenvolvidas.

Entre as Universidades pioneiras na oferta de cursos de graduação a distância está a *Open University* da Inglaterra, onde, mesmo antes da existência de meios eletrônicos avançados de comunicação, utilizavam-se kits para ensaios enviados aos estudantes a partir do conceito do aprendizado através da ação (aprender fazendo). Este conceito envolve a participação numa seqüência individualizada e construtivista, ou seja, (ensino pela ação de forma acompanhada), (LEIDNER e JARVENPA, 1995), segundo a qual experimentos são enviados aos estudantes para a solução de problemas do mundo real. Atualmente, três formas de expressão em formato pedagógico estão apontando o surgimento do aprendizado pela ação de forma distribuída (DEDE, 1996):

- redes de conhecimento complementam professores, textos, bibliotecas e arquivos como fonte de informação;
- interação em comunidades virtuais complementam as relações face-a-face em salas de aula;
- experiências imersivas em ambientes sintéticos compartilhados estendem o aprendizado pela ação relacionando-o com fenômenos do mundo real.

Dentre as experiências imersivas, encontramos na atualidade as modalidades de

ferramentas utilizáveis no Ensino a Distância substituindo parcial ou totalmente os experimentos científicos e tecnológicos práticos. São elas: softwares de simulação *on-line* e *off-line*, laboratórios virtuais e laboratórios remotos.

2.1 OS SOFTWARES DE SIMULAÇÃO

A simulação é uma das mais precoces características humanas, estando presente desde a idade de dois anos em média. No quadro da função simbólica, especificamente no jogo simbólico (faz-de-conta), a simulação é uma das características mais marcantes.

Através da simulação, as pessoas constroem modelos mentais das situações e dos objetos com os quais estão se relacionando, e depois podem explorar as diferentes possibilidades dentro destas construções imaginárias.

A simulação, que podemos considerar como uma imaginação auxiliada por computador, é, portanto, ao mesmo tempo uma ferramenta de ajuda ao raciocínio muito mais potente que a velha lógica formal que se baseava no alfabeto (LÉVY, 1993, p. 124).

Hoje, consideradas como ferramentas indispensáveis no desenvolvimento de projetos em diversas áreas da tecnologia, tais como a Eletrônica e a Mecânica, existe uma grande variedade de programas de computador que simulam situações reais de aplicação total ou parcial de dispositivos tecnológicos nas mais diversas situações. Variações térmicas, de umidade, pressão, velocidade, atrito, e de praticamente todas as variáveis físicas, podem ser simuladas por programas de computador.

Já é possível emular-se um aparato tecnológico com segurança, sem desperdício de materiais e com custo relativamente baixo, de forma totalmente virtual, muito antes de se dar início à construção real de protótipos (HAMBLEN, 1999).

No projeto de dispositivos eletrônicos, sejam industriais ou domésticos, antes da construção de protótipos de controladores de produção, computadores, alarmes, etc., simula-se desde a disposição física dos componentes, *lay-out* e *design* final até o seu funcionamento em função das variações extremas do meio ambiente e de operação por parte do usuário final do produto.

Estas mesmas ferramentas de informática para simulação de protótipos têm sido um complemento importantíssimo no ensino de tecnologia. Os docentes que dominarem a aplicação destes instrumentos no ensino poderão enriquecer os programas de suas disciplinas

de forma excepcional, pois não há limites de variáveis a serem aplicadas nem de formas de obtenção e apresentação de resultados. Em aulas de laboratório, normalmente existem as limitações em determinados experimentos em função da aplicação de componentes diversificados e de instrumentais de custo mais elevado.

Nas simulações por computador, equipamentos sofisticados como osciloscópios digitais, analisadores de espectro e analisadores lógicos, que poucas instituições possuem em quantidades suficientes para o estudo individual, são disponibilizados, eliminando os custos de manutenção e a necessidade de reposição e atualização constante. Professores e alunos podem utilizar o recurso de um simulador para validar a funcionalidade de circuitos, desde que tomados os devidos cuidados com as metodologias adotadas (DU BOULAY; MIZOGUCHI, 1997).

Um programa básico de simulação aplicado a ensaios práticos de conteúdos de Eletricidade e Eletrônica é o EWB (*Electronic Workbench* - Bancada Eletrônica), com o qual é possível desenharem-se diagramas esquemáticos de circuitos, aplicarem-se sinais elétricos diversos de entrada (diversas formas e grandezas) e analisar-se a resposta geral do dispositivo em vários instrumentos virtuais, simulando-se ambientes reais contendo bancadas de laboratório. Além da possibilidade de serem atribuídos inúmeros parâmetros para cada componente (semicondutores, por exemplo), existe uma rica plotagem de gráficos dos resultados obtidos.

Para o ensino a distância, a distribuição de softwares simuladores, de auxílio a projetos, torna-se mais dispendiosa. O custo para aplicação individual ainda é muito elevado e a disponibilização via Internet é inviável em alguns casos, devido ao grande porte dos arquivos de programa e bibliotecas de componentes.

Existem programas de menor capacidade e recursos, dedicados ao ensino, que podem ser disponibilizados via CD ROMs ou via Internet por *download*, mas a tendência atual é a popularização dos simuladores *on-line* baseados na Web, flexíveis e “leves” para aplicações neste meio, mesmo em locais de comunicação de baixa velocidade. Além disso, já existe uma variedade crescente de softwares livres sendo disponibilizados por órgãos governamentais para esta finalidade, como por exemplo os objetos de aprendizagem da rede RIVED e a ferramenta e-Proinfo.

2.2 SIMULADORES *ON-LINE*

Com o aprimoramento das linguagens de programação aplicáveis à Internet, como

Flash, Java e HTML (FLANAGAN, 1999), diversos aplicativos de simulação têm sido desenvolvidos e são facilmente encontrados nos sites de Universidades de diversos países. Estes simuladores são objetos de aprendizagem¹ extremamente dedicados que proporcionam inferências com a facilidade de alterações de variáveis de entrada.

Por definição, objeto de aprendizagem é qualquer recurso digital que pode ser reutilizado para auxiliar a aprendizagem e ser distribuído pela rede sob demanda, seja este pequeno ou grande (WILEY, 2001). Para o IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*), os objetos de aprendizagem são chamados de LOM (*Learning Object Metadata*) e, em 2002, seu Comitê de Padrões de Tecnologias de Aprendizagem os definiu, de forma bem simples, como “Entidades digitais ou não digitais que podem ser utilizadas para aprendizagem, educação ou treinamento”. Neste mesmo documento, foram definidos critérios de padronização de busca, aquisição, avaliação e utilização de LOM (IEEE/LTSC, 2002), demonstrando a importância atribuída pelo renomado Instituto, e setor do conhecimento e ensino de Engenharias, às ferramentas aqui pesquisadas.

A grande versatilidade destes programas está na sua facilidade de utilização remota, sem a necessidade de aquisição, registros ou de demorados *downloads* de programas completos. Toda a simulação é efetuada diretamente através do *browser* (GEARY, 1999). Desta forma, o ensino a distância vem ganhando mais um importante complemento à interatividade das aulas remotas. Já é possível, num hipertexto sobre eletromagnetismo, por exemplo, disponibilizar-se, de forma intercalada com o texto, um completo experimento contendo componentes e instrumentos necessários para a análise de campos eletromagnéticos a partir de diversas variáveis de entrada e obtendo-se uma rica forma de apresentação de resultados em tabelas e gráficos. Trata-se do equivalente às salas ambiente presenciais, onde teoria e prática são ofertadas simultânea ou alternadamente.

No Instituto de Física e Medicina da Itália (UNIME), há diversos experimentos sobre física e mecânica que, além da possibilidade de serem utilizados *on-line*, uma vez “carregados” pelo *browser* ou efetuados os *downloads* dos *applets*, podem ser utilizados *off-line*. Entre os inúmeros experimentos disponíveis, toma-se como exemplo o de “momento de inércia” de um disco metálico. O estudante define algumas variáveis de entrada, como raio do disco, espessura e massa, e inicia-se uma simulação na qual observa-se nitidamente o esforço necessário para este disco girar em torno de um eixo em função das variáveis atribuídas no

¹ Um objeto de aprendizagem é qualquer recurso que possa ser reutilizado para dar suporte ao aprendizado. Sua principal idéia é “quebrar” o conteúdo educacional disciplinar em pequenos trechos que podem ser reutilizados em vários ambientes de aprendizagem. Qualquer material eletrônico que provê informações para a construção de conhecimento pode ser considerado um objeto de aprendizagem, seja essa informação uma imagem, uma página HTML, uma animação ou simulação (RIVED, 2005).

início do experimento. Além disto, o tempo necessário para atingir uma certa velocidade de rotação é cronometrado. Na figura 3, a tela deste simulador é apresentada. Existem dois “botões” deslizantes que permitem a determinação das variáveis raio e massa do disco. Uma simulação do movimento giratório do disco acontece após o acionamento do botão de início. O peso afixado numa corda cai, levando o disco a girar em velocidade proporcional às variáveis de entrada estabelecidas.

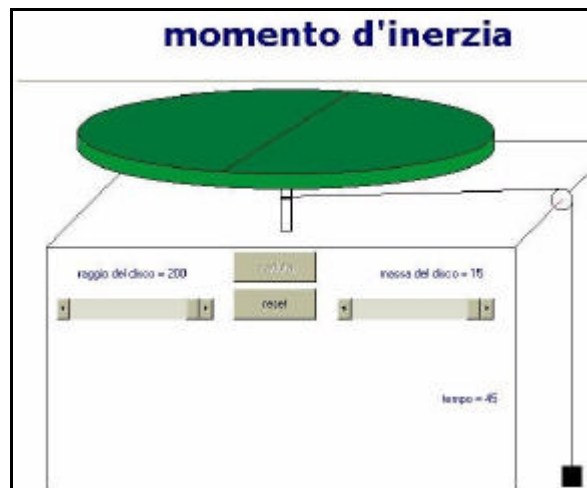


Figura 3 - Experimento de Física – Momento de Inércia

Fonte: UNIME - Instituto de Física e Medicina da Itália (2007, *site*).

O funcionamento e o manuseio de um osciloscópio pode ser ensinado diretamente a partir do site da Universidade Rei Juan Carlos (URJC), na Espanha. Com uma ferramenta de programação adequada, obteve-se um dispositivo virtual “leve” para a Internet e facilmente intercalável com hipertextos de ensino tecnológico. Na figura 4 está representado este simulador, no qual ajustes deslizantes variam a forma de visualização (ganho vertical e varredura horizontal) do osciloscópio virtual de dois canais, para dois sinais senoidais de entrada.

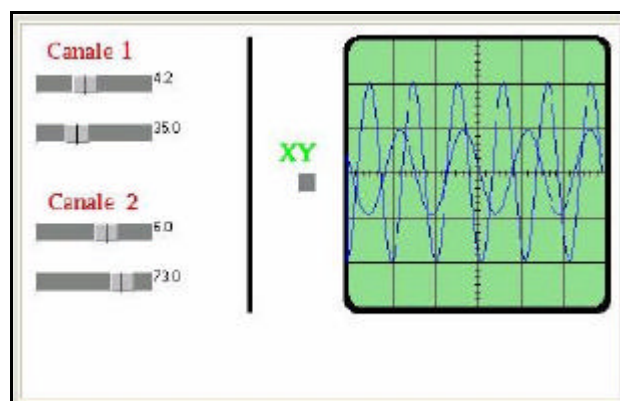


Figura 4 - Osciloscópio Básico

Fonte: URJC - Universidade Rei Juan Carlos (2005, *site*).

Através de pesquisa na Internet, já se pode observar que, nas mais variadas áreas do conhecimento científico e tecnológico, existem diferentes formas de experimentação prática virtual, com livre acesso. Isto amplia o espectro de atuação do ensino a distância via Internet, pois, além da variedade de textos e pesquisas disponíveis na rede, os educadores podem, agora, desenvolver experimentos virtuais e indicar *links* de simulações de outras Universidades. Já existem consórcios mundiais com bancos de objetos de aprendizagem com simulação, como o WebLab organizado pelo Instituto de Física e Medicina da Itália, UNIME (2007, *site*). No Brasil o Projeto RIVED (Rede Interativa Virtual de Educação) vem desenvolvendo, em conjunto com diversas Universidades brasileiras, desde 2004, centenas de objetos de aprendizagem aplicáveis, principalmente, ao ensino básico (RIVED, 2007, *site*). A maioria dos objetos são animações com alguma interatividade, mas com pouca possibilidade de alterações de variáveis, o que os diferencia dos simuladores *on-line*.

A principal limitação dos simuladores *on-line* atuais está na falta de realismo nas imagens e movimentos, em virtude das limitações de transmissão via Internet ainda existentes. Além disto, estes programas ainda não apresentam recursos de terceira dimensão como os de realidade virtual.

2.3 LABORATÓRIOS DE REALIDADE VIRTUAL

Em todos os ramos do conhecimento, o aprendizado exige uma diversificação de meios de comunicação e expressão que sensibilizem o maior número possível de sentidos humanos. Quando a imagem faz parte deste processo de cognição, um determinado grau mínimo de resolução da gravura ou vídeo apresentado se faz necessário.

É preciso clareza nas imagens para quem necessita delas para o aprendizado, fidelidade dos sons, quando se está aprendendo música, clareza na degustação durante o aprendizado de culinária, de tato, quando é necessária a discriminação de superfícies, e olfato, quando se pretende definir aromas. O aprendizado exige informações de alta fidelidade (TIFFIN, 1995).

Gradativamente, a largura de banda na Internet deixará de ser um problema, os programas de simulação e de realidade virtual estão se tornando cada vez mais realistas, mas apenas este tipo de evolução tecnológica não basta para a efetiva democratização do acesso ao conhecimento sem barreiras de distância (LUCHESE, 1989). Paralelamente, as metodologias

de ensino para aplicação destas tecnologias, seja no ensino a distância como no presencial, deveriam estar se aprimorando.

A ironia da situação atual é que a sala de aula é um ambiente de uma vasta banda, e pode ser usada para transmitir-se a quantidade de informações que os sentidos puderem absorver. Porém, nós a utilizamos, principalmente, para o aprendizado com palavras que requerem uma pequena largura de banda (TIFFIN, 1995).

À medida em que a transmissão de vídeo e de grandes quantidades de dados via Internet for aprimorada, principalmente no que se relaciona à velocidade de apresentação de imagens em tempo real, outras formas de experimentos virtuais tendem a tomar maior espaço no ensino: aqueles que utilizam a realidade virtual e os laboratórios virtuais telecomandados. A popularização da fibra óptica, sem sombra de dúvida, incrementará o realismo da virtualidade, pois a largura de banda de informações possíveis de serem transmitidas através deste meio é muito grande. “A fibra óptica é o caminho da natureza” (NEGROPONTE, 1995), ou seja, pelo seu baixo custo em relação ao par-trançado de cobre e pela sua capacidade ilimitada de transmissão, imagina-se uma revolução na transmissão de informações em multimídia, e conseqüentemente no ensino a distância, com as informações sendo veiculadas por redes de alta velocidade.

Dispondo-se da tecnologia de realidade virtual (RIOS, 1994, p. 1), é possível a realização de alguns ensaios básicos com um realismo tridimensional razoável. Com o auxílio de um capacete de áudio e vídeo (HMD) e luvas apropriados, bem como de um microcomputador e softwares de VRML, o estudante passa a executar seus experimentos através de um avatar, que é a representação do ser humano dentro do cenário virtual.

A realidade virtual é algo mais que uma simples simulação, já que, ao oferecer a possibilidade de interação com o modelo, fornece uma presença nele mesmo. Mediante esta faceta poderiam se realizar tarefas dentro de um mundo real remoto, ou em um mundo gerado por computador, ou ainda na combinação de ambos (CASAS, 1999, p.56).

Para Lévy (1996, p.18), “virtualizar uma entidade qualquer consiste em descobrir uma questão geral à qual ela se relaciona, em fazer mutar a entidade em direção a essa interrogação e em redefinir a atualidade de partida como resposta a uma questão particular”.

O estudante terá a nítida sensação de estar manipulando e/ou interagindo com os equipamentos e os componentes do ensaio. Um exemplo da aplicação desta ferramenta encontra-se no Laboratório de Realidade Virtual da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), onde foi desenvolvida uma experiência virtual com uma pilha eletroquímica

elementar. Numa bancada de laboratório, encontram-se os elementos físico-químicos e o instrumento necessário para o experimento prático. A tela deste laboratório, apresentada na figura 5, constitui o ponto de vista inicial do usuário, de onde observam-se um voltímetro, as placas e demais componentes do ensaio sobre uma “bancada” de laboratório.

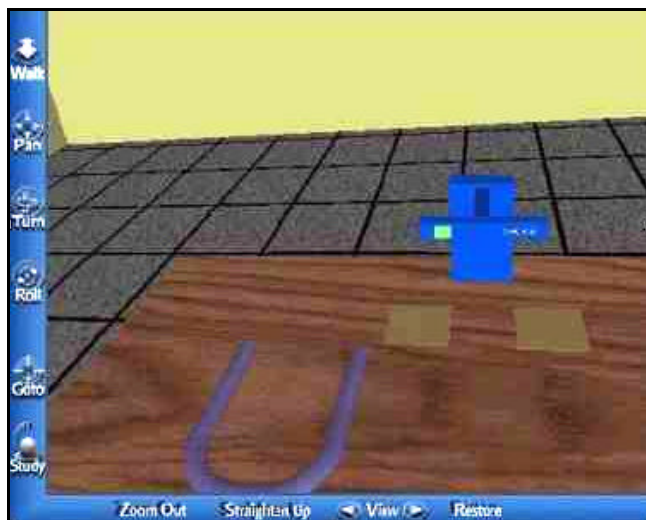


Figura 5 - Laboratório Virtual de Química - UFSC

Fonte: UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina (2001, *site*).

O estado atual desta ferramenta via Internet ainda é muito limitado. Muito embora as imagens se traduzam num ambiente tridimensional, para se obter maior detalhamento, há a necessidade de transmissão de arquivos de grande porte, ainda inviável na Web nos dias de hoje, com a velocidade média proporcionada à maioria da população. Além disto, os acessórios de realidade virtual para computadores pessoais ainda não foram popularizados e o controle dos movimentos com o auxílio do mouse é muito limitado. Mesmo assim, esta é uma ferramenta de simulação muito promissora, que merece especial atenção dos pesquisadores.

Um outro exemplo de aplicação da realidade virtual no ensino encontra-se no projeto *Science Space* da *George Mason University* (GMU), na Virginia – EUA (DEDE; SALZMAN; LOFTIN, 1996), onde foram criados mundos virtuais chamados *Newton World* (figura 6) e *Maxwell World* (figura 7). Nestes mundos os estudantes, utilizando os acessórios de RV, efetuam uma imersão (figura 8), na qual é possível a interação com as cargas, campos elétricos, componentes de força, massa e demais variáveis físicas (figura 9). Uma espécie de “mão virtual” proporciona o acionamento de menus de controle dos ensaios. Desta forma, obtém-se a intuição experimental sobre como os fenômenos científicos e tecnológicos se sucedem (DEDE, 2000).

Projeto Science Space

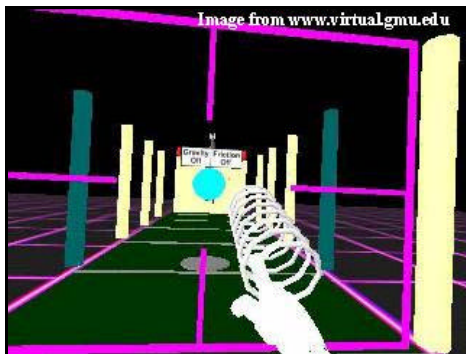


Figura 6 - Newton World

Fonte: GMU - George Mason University (2007, *site*).

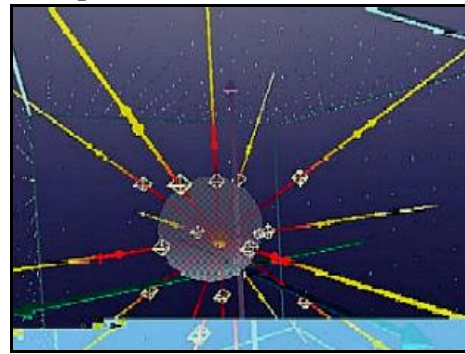


Figura 7 - Maxwell World

Fonte: GMU - George Mason University (2007, *site*).

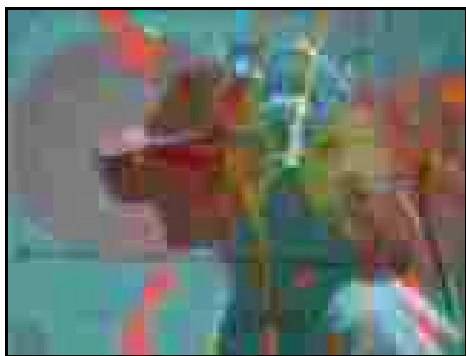


Figura 8 - Imersão entre cargas elétricas

Fonte: GMU - George Mason University (2007, *site*).



Figura 9 - Alterando virtualmente a massa

Fonte: GMU - George Mason University (2007, *site*).

2.4 LABORATÓRIOS REMOTOS

Analisando-se as diversas modalidades de educação desenvolvidas na Internet, observa-se que as ferramentas mais utilizadas no momento para experimentação prática são baseadas em softwares de simulação. Este método é também conhecido como experimentação virtual.

Neste tipo de ambiente artificial, a profundidade do conhecimento adquirido pelos estudantes depende, primariamente, da autenticidade, limitações e capacidade de simulações do programa utilizado. Através de uma inspeção nas principais Instituições de Ensino que utilizam estes recursos, bem como na literatura existente, observa-se que os estudantes são submetidos a ambientes experimentais restritos. A simples utilização de entradas e saídas de informações pré-determinadas nos sistemas experimentados restringe a criatividade individual, se compararmos com situações naturais em que não existem restrições nem limitações de programação da ferramenta (SAM; BASSEN; ILYAS, 2000).

Com o intuito de contornar estas restrições, os laboratórios remotos surgem como alternativas para a experimentação prática mais aprofundada. Com este recurso através da

Internet, cria-se um cenário remoto com uma liberdade irrestrita de aplicações de variáveis de entrada para obtenção de resultados.

Hoje, este novo conceito de experimentação remota tornou-se possível com a inovação na área de engenharia elétrica e computação. No desenvolvimento de protótipos de dispositivos eletrônicos, existem dispositivos chamados *fast-prototyping breadboards* (bancadas de prototipagem rápida) nas quais, sem a necessidade de conexões físicas de fios, pode-se estabelecer a ligação entre componentes eletrônicos. Apenas com comandos de computador e o auxílio de interface gráfica e uso do *mouse*, circuitos eletrônicos reais são experimentados. Trata-se, portanto, de desenvolvimento de dispositivos reais e não de simulação.

Esta modalidade de laboratórios está sendo disponibilizada via Internet com tendência a se tornar um instrumento de experimentação muito eficiente. Trata-se de laboratórios remotos com imagens reais e ao vivo com câmeras de vídeo, instrumentos de medição, geradores de sinais e dispositivos eletrônicos e eletromecânicos telecontrolados (SAM; BASSEN; ILYAS, 2000).

Uma interface eletrônica entre certos tipos de robôs e computadores conectados na Internet permite a grupos de estudantes elaborar experimentos com equipamentos de automação com visualização do que realmente está acontecendo no laboratório. O Instituto Tecnológico de Monterrey (ITESM), no México, desenvolveu um laboratório de automação e reconhecimento de imagens com estas características. Um braço mecânico (figura 10) executa a tarefa de reconhecer fusíveis de automóveis pela forma e pela cor e conectá-los em locais programáveis. A imagem é transmitida simultaneamente ao experimento. Todas as tarefas são monitoradas e telecomandadas via Internet (OLVERA & GORDILLO, 2001).



Figura 10 - Laboratório Remoto de Automação

Fonte: ITESM - Instituto Tecnológico de Monterrey (2003, *site*).

Na figura 10 observa-se tele-ensaio realizado no Instituto Tecnológico de Monterrey (ITESM) no México, no qual o braço robotizado programado a distância reconhece os fusíveis automotivos pela cor e os transporta para lugares programáveis. (GORDILLO, MARTINEZ E RODRIGUEZ, 1995)

Naturalmente, este tipo de experimento requer um horário marcado, um limite de usuários e operadores locais, ao contrário dos laboratórios de realidade virtual. A grande vantagem é o realismo da tarefa, assim como a possibilidade de disponibilização de laboratórios com equipamentos sofisticados, de alto custo, para qualquer localidade do mundo.

As limitações observadas são as inerentes à ainda baixa velocidade da Internet, para transmissão de imagens ao vivo. Como nas modalidades de simulação apresentadas anteriormente, meios como a fibra óptica permitirão a visualização de imagens nítidas e de transmissão praticamente instantâneas.

No campo do ensino de Eletrônica, a aplicação de Laboratórios Remotos é muito ampla. As Instituições de Ensino Tecnológico a distância poderão disponibilizar via Internet verdadeiros ambientes e laboratórios compostos de componentes e instrumentais reais, com possibilidade de ajustes e conexões dos componentes remotamente.

Um exemplo do laboratório remoto de aplicação no ensino remoto de Eletricidade/Eletrônica básica e Física está localizado na Florida *Atlantic University* (FAU) em Boca Raton nos Estados Unidos (figura 11). Neste laboratório o usuário remoto, via Internet, através de uma interface gráfica (figuras 12 e 13), escolhe o experimento, fornece dados de intensidade de corrente elétrica e observa as medidas resultantes do experimento remoto real com o auxílio de uma câmera de vídeo controlada por comandos disponíveis numa janela associada ao próprio *browser* (SAM; BASSEN; ILYAS, 2000).

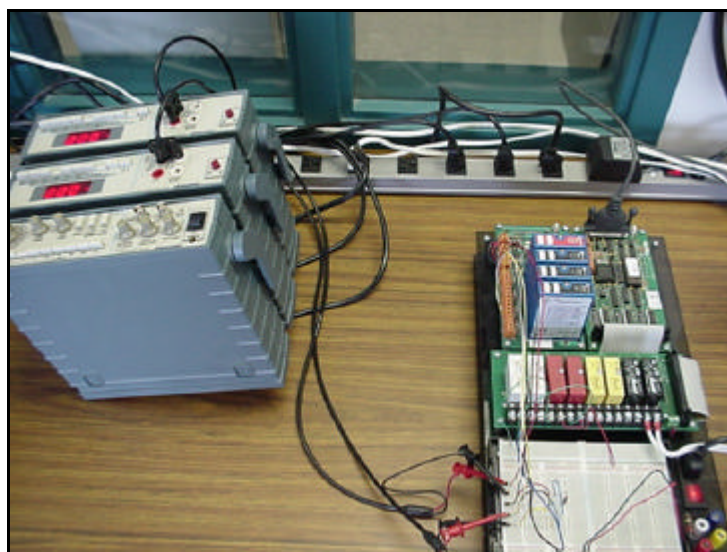


Figura 11 - FAU, EUA – Laboratório Remoto de Eletricidade Básica
Fonte: Pesquisador (2007).



Figura 12 - FAU, EUA – Laboratório Remoto/Câmera telecontrolada
 Fonte: Pesquisador (2007).

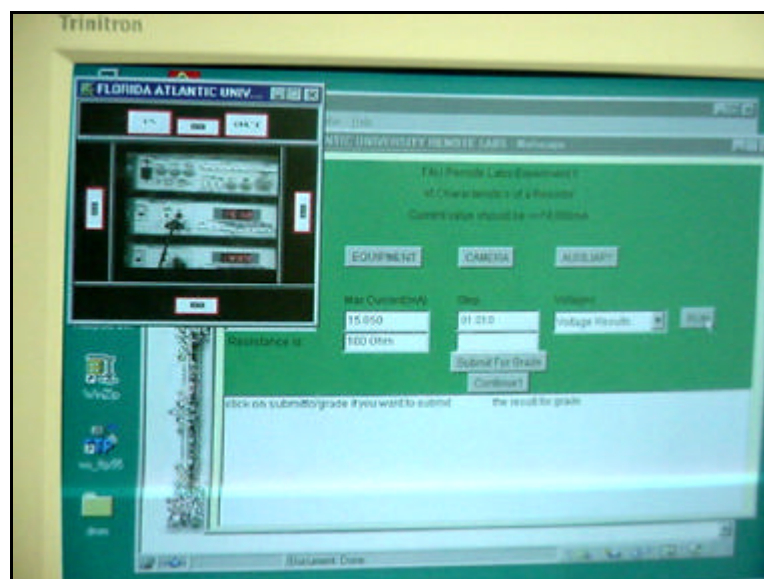


Figura 13 - FAU, EUA – Laboratório Remoto/Interface com o usuário
 Fonte: Pesquisador (2007).

Neste mesmo laboratório da Florida *Atlantic University*, são disponibilizados experimentos da área de Física, nos quais o estudante controla remotamente um dispositivo contendo uma rampa inclinada (figura 14) com diversos sensores de posição e uma massa ajustável que proporcionam diferentes tipos de medição e cálculos tais como velocidade de deslocamento do corpo e coeficientes de atrito (BASSEN; MARCOVITZ; HAMZA *et al.* 2000).

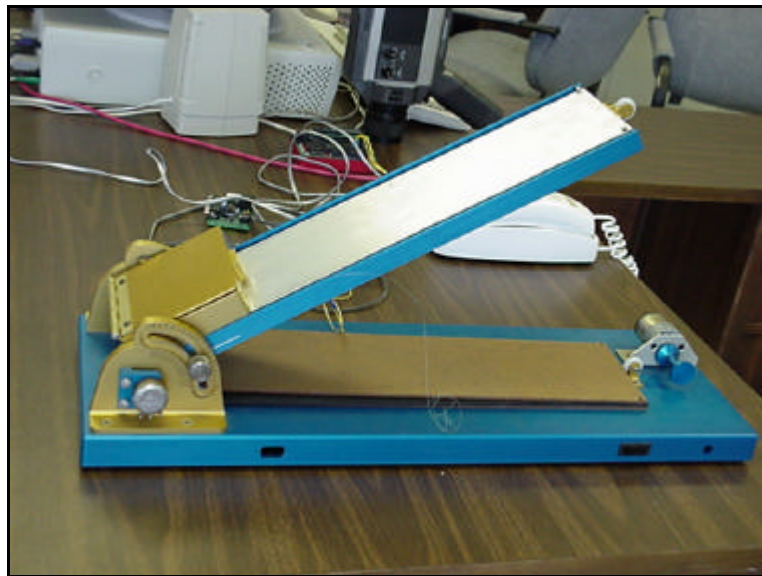


Figura 14 - FAU, EUA - Laboratório Remoto de Física
Fonte: Pesquisador (2007).

O desenvolvimento dos dispositivos utilizados para a prototipagem rápida e emulação de projetos eletrônicos trouxe ao Ensino a Distância uma tecnologia de experimentação prática remota real, sem as limitações dos softwares de simulação na aplicação ao ensino.

2.5 VIRTUALIDADE NO ENSINO

Com o surgimento de tantas possibilidades de utilização de ferramentas de ensino virtuais, cada vez mais se torna necessária uma reflexão sobre a eficiência destes instrumentos, sejam eles aplicados como complementos de aulas presenciais ou como únicos meios de experimentação prática para o ensino a distância (DU BOULAY; MIZOGUCHI, 1997).

O princípio inquestionável é a necessidade da experimentação, simulada ou real.

Acredita-se que, nas diversas áreas do conhecimento, os estudantes aprendem melhor quando têm experiência num assunto ou tópico. Quando o ser humano busca em sua memória uma lembrança ou uma informação, este processo propaga-se desde os fatos atuais até os que queremos encontrar. Para que isto ocorra, existem duas condições: primeiro, uma representação do fato que buscamos deve ter sido conservada e segundo, deve existir um caminho de associações possíveis que leve a esta representação (LÉVY, 1993). Desta forma, podemos afirmar que, em situações em que não existe a possibilidade de aplicação de ensaios reais, a utilização de recursos virtuais é mais vantajosa do que a simples demonstração ou explanação teórica. Estes experimentos contribuem com a representação dos fatos e das lógicas da ciência e da tecnologia.

Mesmo com todas as vantagens que se possa obter com a utilização de ferramentas de informática na educação, se não houver uma estratégia de adaptação a esta forma de ensino, o efeito pode ser de ineficiência ou de distorção de objetivos.

No relato sobre as experiências vivenciadas pelos educadores dos Estados Unidos na implementação de novas tecnologias na educação, podemos perceber e arrolar algumas recomendações importantes a respeito do desenvolvimento e aplicação de ferramentas informatizadas no ensino:

- Uma ferramenta bem elaborada e/ou sofisticada, não implica, necessariamente, uma aplicação correta. Os professores, além de dominar a forma de utilização da ferramenta, devem orientar seus alunos em como explorar corretamente o dispositivo. Certamente, é o aluno que deve determinar o ritmo de sua aprendizagem, mas recebendo orientação do que deve esperar do experimento.
- A tecnologia é capaz de ajudar o professor, mas não de substituí-lo. Ou seja, não podemos esperar que os programas de computador ensinem por conta própria. A instrução e a orientação devem ser vastas e a realimentação aluno-professor não pode deixar de existir, além de se atentar para o fato de que cada ser humano possui uma forma diferenciada de aprendizagem. Portanto, sempre existirá a necessidade de um mediador experiente no processo ensino-aprendizagem.
- Os professores devem estar envolvidos na estruturação e elaboração das ferramentas. São eles que vão determinar o ritmo, a seqüência e a lógica do instrumento, pois nem sempre um programador ou um técnico possuem experiência ou condições de desenvolvimento de dispositivos sem o auxílio de educadores.
- As ferramentas devem ser avaliadas constantemente, analisando-se sua relevância

e a eficácia no programa da disciplina. A própria avaliação dos estudantes deve ser considerada no aprimoramento dos mecanismos.

- Deve-se sempre usar criatividade na aplicação dos novos instrumentos, explorando ao máximo seus recursos. Temos a tendência de repetir, com o auxílio das tecnologias, as mesmas atitudes que já tínhamos sem ela. (HAWKINS, 1995)

2.6 EXPERIÊNCIAS DE APRENDIZAGEM COM SIMULAÇÃO

Não existe ainda uma vasta experiência comprovada da utilização de simuladores no aprendizado e desenvolvimento de competências, muito menos de modelos de gestão de cursos que utilizem estas ferramentas. Sabe-se que as habilidades práticas são muito mais fáceis de se desenvolver do que competências que envolvam vários conhecimentos tácitos, às vezes intuitivos e em conjunto com várias habilidades. As diversas TIC, se utilizadas corretamente, podem ser complementares ao desenvolvimento das competências e habilidades. Contudo, é necessária a avaliação contínua do conhecimento adquirido com o auxílio destas novas tecnologias de simulação. A interação e a interatividade proporcionadas pelas tecnologias devem auxiliar os gestores dos cursos nesta realimentação.

Um dos relatos de pesquisa de avaliação de aprendizagem com simuladores é o de Swaak; De Jong (2002). Os autores descrevem experiências com estudantes submetidos a conceitos de física (colisão de partículas) com o auxílio de um método denominado “Discovery Simulations”, cuja melhor tradução, de acordo com a intenção da pesquisa, seria “descobertas por simulação”. Neste estudo demonstra-se que, ao se programar tarefas repetitivas atribuindo valores/variáveis ao simulador, os estudantes vão gradativamente antevendo os resultados por um processo de generalização tácito, no qual, ao final, constata-se a aquisição do conhecimento, que muitas vezes não é possível de ser verbalizada. Estes seguem a mesma linha de raciocínio de Thomas; Hooper (1991), que afirmam que não se avaliam os resultados de simulações com meros testes de conhecimento, cabendo, portanto, o desenvolvimento de métodos apropriados de avaliação em tempo real e a distância.

Quando efetuamos simulações sucessivas de um mesmo fenômeno científico ou tecnológico, atribuindo-se diversos valores às variáveis do sistema em questão, acabamos efetuando uma “ginástica mental” cujo termo mais adequado seria inferência e generalização, obtendo e fixando conceitos tácitos e explícitos, processo facilmente observável na arquitetura cognitiva dos seres humanos (RICHARD, 1990). Muitas vezes, nos ensaios com variáveis

reais não chegaríamos a tamanho sucesso de aquisição de conhecimentos devido ao número restrito de repetições e variações imposto pelas limitações físicas e de custos operacionais.

Uma pesquisa de aplicação bem diferenciada da área tecnológica, a da saúde, também demonstrou a preocupação com a gestão, planejamento, elaboração e avaliação de programas de realidade virtual aplicados ao desenvolvimento de habilidades. Trata-se de um dispositivo em VRML desenvolvido em pesquisa de aplicação na Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) de curso da área profissional de Vigilância Alimentar e Nutricional, no qual são desenvolvidas habilidades com instrumentos de medição, como balança e estadiômetro, assim como o posicionamento de pacientes em relação a estes instrumentos. A ferramenta desenvolvida permite a manipulação virtual e a visualização em 3D de todos os ângulos (BARILLI, 2005).

Uma preocupação relevante dos educadores que atuam em Ensino a Distância tem sido quanto ao nível de conhecimentos prévios dos estudantes, para que possam fazer parte de programas de estudo não presencial. O estudo a distância assíncrono, isto é, que acontece sem a orientação ou tutoria em tempo real, requer dos estudantes uma auto-disciplina muito grande, mas o fator mais influente no seu aprendizado com o auxílio destes métodos é sua bagagem cultural anterior. No uso de simuladores no aprendizado de conceitos tecnológicos, alunos de níveis mais avançados demonstram maior facilidade de aprendizagem com simuladores (RONEN; ELIAHU, 2000).

Ao mesmo tempo em que a pesquisa de Jaakola; Nurmi; Lehtinen, (2005) aponta para o sucesso no aprendizado com simuladores, independentemente do domínio teórico e prévio dos conceitos estudados, RONEN; ELIAHU (2000), em sua pesquisa, concluem que o domínio teórico prévio dos conceitos é essencial para a aquisição ou consolidação do conhecimento com o uso destas ferramentas, chegando a demonstrar pessimismo quanto à evolução de estudantes com dificuldades teóricas submetidos à simulação. Muito embora estas duas explorações sobre o tema simulação sejam relacionadas com conceitos isolados e não com uma disciplina ou curso completo, seus resultados antagônicos demonstram que devemos considerar a categoria dos conceitos estudados, implicando uma estratégia e cronologia específicas para cada etapa do programa dos cursos.

Assim, um cuidado maior no planejamento e gestão de cursos a distância é necessário, levando-se em consideração o perfil dos estudantes envolvidos e a modalidade de cursos que se pretende ofertar. Nesse sentido, a oferta de cursos para todos os níveis de estudantes pode ser inviável ou, vendo sob outro aspecto, nem todos os tipos de cursos profissionalizantes ou superiores podem ser ofertados sem um correto planejamento e dosagem das tecnologias. Dependendo do nível dos estudantes e do conceito estudado, não se

pode contar com o auto-didatismo dos mesmos em tutoriais assíncronos, havendo a necessidade da elaboração de um vasto material em vídeo, ou até mesmo interação em tempo real por videoconferência.

Constata-se, com esta revisão bibliográfica, que as experiências já efetuadas com simuladores não foram estudadas aprofundadamente sob o aspecto das estratégias de aprendizagem nem da gestão de cursos a distância com ferramentas virtuais diversificadas. Porém, alguns autores, mesmo tendo explorado a simulação de conteúdos diversos em cenários bem distintos, apresentam em comum resultados de sucesso na aprendizagem de conceitos e competências isoladas com o auxílio de simuladores. Alguns deles são citados e considerados nesta pesquisa: Jaakola; Nurmi; Lehtinen (2005), Swaak; De Jong (2002) e Ronen; Eliahu (2000).

2.7 AVALIAÇÃO E DEFINIÇÃO DE FERRAMENTAS

Nesta seção serão relacionados e especificados os softwares e sites de simulação na Internet, testados e avaliados nesta pesquisa para a aplicação nos ensaios com os estudantes. Selecionaram-se ferramentas aplicáveis a projetos de ensino das áreas de Eletrônica e Eletricidade. Alguns dos elementos analisados estão em fase de desenvolvimento e/ou teste.

Para se avaliar ou selecionar um software educativo, deve-se levar em consideração separadamente as características e finalidades individuais de cada função. Deve-se estabelecer critérios de avaliação distintos para as diversas modalidades, tais como: simulações, tutoriais, jogos, exercício e prática, hipertexto/hipermídia e sistemas baseados em conhecimento (SILVA, 1998).

Muito embora os softwares aqui estudados sejam de categorias distintas dos educacionais aplicados nas diversas áreas de conhecimento, cabe uma análise dos métodos de avaliação de programas de CAI (*Computer Aided Instruction*), de Instrução Auxiliada por Computador, que são ferramentas dedicadas ao apoio ao ensino. Um dos métodos que pode ser levado em consideração subjetivamente na avaliação de simuladores educacionais classifica três níveis dominantes de avaliação (GROS; SPECTOR, 1994):

- Avaliação orientada ao produto
- Avaliação orientada ao usuário
- Avaliação orientada ao contexto

Os diversos fatores e características de um software educativo, apesar de merecerem uma análise individualizada, não podem deixar de ser avaliados de forma coletiva (AEDO;

CATENAZZI; DÍAZ, 1996), visando atingir os objetivos específicos dos conteúdos do programa de aprendizagem no qual estão inseridos.

Para efeito de comparação e avaliação das ferramentas de simulação, considera-se, principalmente, o efeito cognitivo e ergonômico que estas proporcionam, bem como sua aplicabilidade na educação tecnológica a distância. Os treze fatores de avaliação destas ferramentas são listados no quadro 4 como critérios para avaliação e seleção. Como não existe literatura específica para análise deste tipo de software, principalmente com aplicações didáticas, adaptaram-se os critérios de usabilidade segundo critérios já citados aqui, bem como os ergonômicos do Laboratório de Utilizabilidade da Informática da UFSC (LabiUtil, UFSC, 2005, *site*).

| |
|--|
| 1. Interface gráfica |
| 2. Velocidade de simulação |
| 3. Flexibilidade |
| 4. Facilidade de conexões (montagens de circuitos) |
| 5. Biblioteca de componentes eletro-eletrônicos atualizada e ampla |
| 6. Ampla disponibilidade de instrumentos de geração e medição |
| 7. Fidelidade dos resultados das simulações |
| 8. Proteção contra erros |
| 9. Mensagens de erros |
| 10. Facilidade de trafegar pela Internet (tamanho do arquivo) |
| 11. Possibilidades de indução do usuário ao erro ou ao acerto irreal |
| 12. Similaridade aos experimentos e instrumentos reais |
| 13. Existência de mensagens tutoriais |

Quadro 4 - Fatores de avaliação das ferramentas de simulação

Fonte: Adaptado pelo autor do ErgoList do LabiUtil da UFSC (2005, *site*).

2.7.1 Softwares de Simulação *Off-Line*

No quadro 5 são listados os softwares avaliados na pesquisa, os fabricantes, versão e ano de edição. O simulador *Electronics Workbench* (EWB) apresentou as melhores condições para os ensaios pretendidos nesta pesquisa, pelo seu custo e facilidade de tráfego pela Internet, tanto do programa de instalação, como dos arquivos de experimentos entre professor e estudantes.

| Simulador | Fabricante | Versão | Ano |
|------------------------------|------------------------|--------|------|
| TINA | <i>Design Soft</i> | 5.5 | 2000 |
| CIRCI | <i>Montgomery</i> | 2.1 | 2000 |
| <i>SpiceNet</i> | <i>Intusoft</i> | 8.3.7 | 2000 |
| <i>Crocodile Physics</i> | <i>Crocodile Clips</i> | 1.5 | 2000 |
| <i>Electronics Workbench</i> | <i>Interactive</i> | 5.12 | 1996 |

Quadro 5 - Softwares de simulação avaliados na pesquisa

Fonte: Pesquisador (2007).

2.7.2 Sites de Simulação *On-Line*

As universidades apresentadas no quadro 6 utilizam simuladores *on-line* como ferramentas de apoio ao ensino presencial e remoto. Os simuladores existentes nestes sites foram testados e avaliados. Todos eles ficaram muito aquém do esperado para a utilização nas disciplinas escolhidas. Tratam-se de ferramentas limitadas a tópicos específicos, ao contrário da ferramenta EWB escolhida que permite uma gama muito maior de demonstrações e ensaios. Nesta modalidade de simuladores, seria necessária a programação de um aplicativo para cada ensaio, enquanto com o simulador *off-line*, o próprio estudante estabelece as conexões entre os componentes requisitados no roteiro proposto pelo professor. (HUISMANM e VRIES, 1991)

| Experimento | Universidade | Localidade | Endereço |
|---|-----------------|------------|---|
| Circuitos RC e Associação de resistores | Messina | Itália | http://ww2.unime.it/dipart/i_fismed/wbt/index.html |
| Gerador de CC e CA | Messina | Itália | http://ww2.unime.it/dipart/i_fismed/wbt/index.html |
| Circuitos Digitais | John Hopkins | EUA | http://www.jhu.edu/virtlab/logic/log_cir.htm |
| Osciloscópio e Ponte de <i>Wheatstone</i> | Rei Juan Carlos | Espanha | http://www.escet.urjc.es/sinternet/labfisica.html |
| Filtro RLC | St Andrews | Escócia | http://www.st-and.ac.uk/~www_pa/Scots_Guide/experiment/intro.html |

Quadro 6 - Simuladores *on-line* testados

Fonte: acessos em julho de 2005. Pesquisador (2007).

2.7.3 Sites de Laboratórios Remotos Experimentados

A Florida *Atlantic University* e o Instituto Tecnológico de Monterrey foram visitados pessoalmente e foi possível o acesso aos laboratórios remotos para experimentação remota via Internet nos endereços apresentados no quadro 7. Muito embora os propósitos do laboratório de robótica sejam distintos do pretendido, assim como o custo dos dois tipos de laboratórios testados seja elevado, o ensaio efetuado serviu para uma avaliação em favor das duas outras modalidades de ferramentas virtuais que são os simuladores *off-line* e *on-line*.

| Experimento | Universidade | Localidade | Endereço |
|------------------------|------------------------------------|------------|---|
| Braço Robotizado | Instituto Tecnológico de Monterrey | México | http://www-cia.mty.itesm.mx/~gordillo/LVRM/LVRM.res.html |
| Elettricidade e Física | Florida Atlantic University | EUA | http://jupiter.cse.fau.edu/directory.html |

Quadro 7 - Laboratórios Remotos testados

Fonte: Júpiter - Elettricidade e Física Florida *Atlantic University* EUA (2003, *site*).

2.7.4 Ambiente de Gerenciamento de Aprendizagem (LMS)

Adotou-se nesta pesquisa o Ambiente Colaborativo de Aprendizagem e-Proinfo como o gerenciador do curso e dos experimentos virtuais. Esta ferramenta foi desenvolvida pelo MEC e é disponibilizada gratuitamente para as instituições federais de ensino. Trata-se de um LMS com os recursos apresentados no quadro 8.

| Recurso | Ferramenta |
|------------|---|
| Apoio | agenda, diário, estatística, notícias, referências e tira-dúvidas |
| Interação | bate-papo, <i>webmail</i> , enquete, fórum e fórum orientação |
| Biblioteca | acervo do curso e material do curso |
| Projeto | consulta grupo e consulta individual |

Quadro 8 - Recursos e Ferramentas do Ambiente e-Proinfo

Fonte: Eproinfo MEC (2007, *site*).

Os recursos acima descritos são de acesso ao aluno e ao professor e tutores por intermédio de uma interface composta por diversos menus, conforme representado na figura 15.



Figura 15 - Interface para os Alunos da Plataforma e-Proinfo

Fonte: LMS e-Proinfo – MEC.

Para os professores, tutores e administradores dos cursos existe uma interface de administração com menus que permitem a configuração de todos os recursos e conteúdos

armazenados na plataforma. As matrículas dos alunos acontecem com o auxílio desta interface.

Existe uma hierarquia de acessos em ordem decrescente: administrador de entidade, curso, módulo e turma. Esta interface é representada na figura 16.



Figura 16 - Interface de Administração da Plataforma e-Proinfo

Fonte: LMS e-Proinfo – MEC.

2.7.5 Videoconferência pela Internet

Outra ferramenta adotada nesta pesquisa é o ambiente de videoconferência e reuniões virtuais PARLA, fornecido pela empresa ILog (2007, *site*). Este ambiente proporciona a comunicação síncrona entre alunos e professor com os seguintes recursos: som (aluno e professor – até vinte simultâneos), imagem (aluno e professor - até quatro simultâneas), quadro branco, compartilhamento de tela, *chat*, disponibilização de arquivos e apresentação de *slides*. O moderador possui o controle total da apresentação e dos recursos de som e imagem próprios e dos estudantes. Na figura 17 visualiza-se a tela na qual o professor apresenta *slides* ao mesmo tempo que transmite som e imagens próprias.

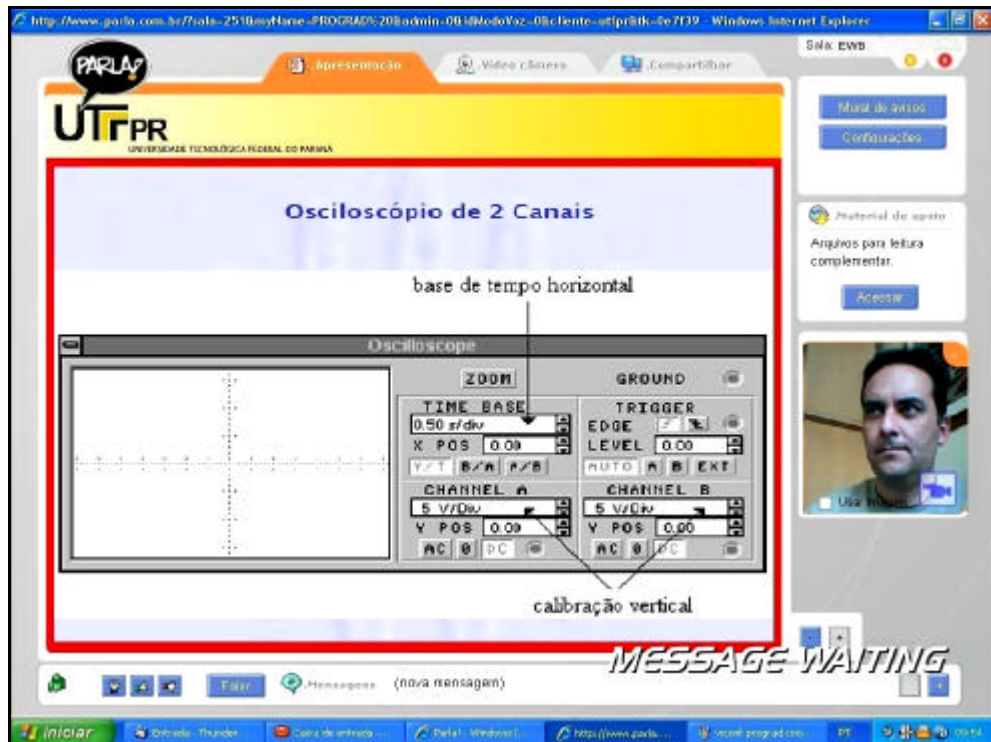


Figura 17 - Aulas em Videoconferência via Internet

Fonte: Software PARLA, imagem de aula capturada pelo autor.

3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Neste capítulo, apresenta-se a metodologia de pesquisa, detalhando-se todas as etapas e estratégias adotadas para avaliação das ferramentas virtuais existentes e análise dos experimentos efetuados com estudantes de graduação em laboratórios reais e com simuladores, de forma a identificar o modelo de gestão mais adequado para a interação das diversas TIC e simuladores. O objetivo final é obter uma resposta lógica e formal à pergunta da pesquisa, estabelecida no capítulo 1 (YIN, 2001).

Serão apresentados, igualmente, os procedimentos e estratégia metodológica, assim como o cenário e a população-alvo da pesquisa. Descrever-se-á o procedimento inicial de exploração e avaliação das ferramentas virtuais a serem adotadas nos ensaios que integram a etapa preliminar da pesquisa principal, na qual um modelo básico inicial de gestão será desenvolvido e testado utilizando-se as TIC e o simulador EWB. Inicialmente, serão feitas sondagens prévias do conhecimento, habilidades e competências já adquiridas pelos estudantes e avaliações posteriores aos ensaios simulados. A partir do resultado destas avaliações, um modelo mais completo e aprimorado será proposto e avaliado aplicando-se uma pesquisa principal, com amostragem bem mais significativa, envolvendo maior número de alunos e turmas.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

O objetivo final desta pesquisa é proporcionar condições reais de aplicação de seus resultados no planejamento e gestão de cursos a distância que contenham conteúdos práticos, tais como cursos de graduação na área tecnológica de Eletrônica. Vale observar que a mesma metodologia exploratória se aplica a áreas do conhecimento em que experimentos práticos são relacionados a projetos e cálculos teóricos. Desta forma, o estudo aqui desenvolvido apresenta uma característica que o classifica, no âmbito da metodologia científica como pesquisa aplicada (GIL, 1999). Esta pesquisa, muito embora tenda a desenvolver uma análise subjetiva por se tratar de aquisição de conhecimento, como objetivo final, é classificada, com relação à sua forma de abordagem, como qualitativa e também quantitativa. Para Triviños (1995), toda pesquisa pode ser, ao mesmo tempo, quantitativa e qualitativa. A pesquisa exploratória normalmente tem característica qualitativa, apontando caminhos para uma confirmação de hipóteses de forma qualitativa, com estudos estatísticos.

A pesquisa contempla uma ampla investigação dos principais programas de simulação ou de experimentação remota, via Internet ou de aplicação local, *off-line*. Faz-se necessária, também, a aplicação de ensaios simulados para teste das hipóteses estabelecidas, bem como para uma maior familiarização com o problema levantado inicialmente. Classificando-se, então, sob o ponto de vista de seus objetivos, tem-se aqui uma pesquisa exploratória cujos procedimentos técnicos adotados são: pesquisa bibliográfica, levantamento das ferramentas existentes e em desenvolvimento (com fornecedores de softwares, Universidades e Internet) e estudo de caso, no qual um modelo de gestão é desenvolvido, testado e avaliado.

3.2 CLASSIFICAÇÃO DO MÉTODO

Conforme apontou a pesquisa bibliográfica, os conhecimentos disponíveis sobre a aplicação de simuladores no ensino e na substituição de experimentos práticos são muito escassos. Tomando-se como principal referência de pesquisa a aplicabilidade destes recursos no ensino e formulando-se hipóteses relacionadas com a solução do problema, desenvolve-se uma ampla exploração dos recursos existentes, visando-se testar ou falsear as conseqüências destas hipóteses. Conforme a classificação de Gil (1999, p. 30), o método adotado será o hipotético-dedutivo, no qual amostras intencionais são escolhidas para o estudo e ensaio. Podemos classificar o método como de abordagem qualitativa e observação participante (LAKATOS; MARCONI, 1996).

3.3 DESCRIÇÃO DO MÉTODO

As hipóteses tratadas no Capítulo 1 são testadas através de uma investigação teórica e prática envolvendo os diversos instrumentos tecnológicos disponíveis na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), tais como laboratórios de informática, laboratórios de Circuitos Elétricos e Eletrônicos, Internet, ferramentas de simulação *on-line* e *off-line*, ambiente de gerenciamento de aprendizagem virtual (LMS) e ferramenta de videoconferência via Internet.

Primeiramente, dispondo das principais ferramentas existentes na atualidade e de laboratórios de instrumentos reais, são efetuados testes simulados e testes com instrumentos reais para comparar e analisar a aplicabilidade dessas ferramentas nas disciplinas dos currículos de ensino remoto. Esta primeira etapa constitui uma investigação ainda sem o

envolvimento de estudantes, juntamente com fornecedores de softwares de simulação e, pela Internet, das ferramentas *on-line* já utilizadas por Universidades de renome internacional apontadas no Capítulo 2.

De posse das ferramentas julgadas adequadas pela revisão bibliográfica, e através da interação com os fornecedores de softwares e da experimentação efetuada individualmente pelo pesquisador, nos laboratórios da UTFPR, avaliando-se e comparando-se instrumentos e práticas da área de Eletricidade e Eletrônica, um primeiro esboço de modelo de gestão é proposto, aplicado e avaliado numa pesquisa denominada Pesquisa Preliminar. Baseado nesta exploração inicial, será planejado um experimento mais aprofundado de um modelo já mais aprimorado. Esta etapa será denominada de Pesquisa Principal. A figura 18 apresenta o fluxograma contendo todas as etapas previstas na pesquisa.

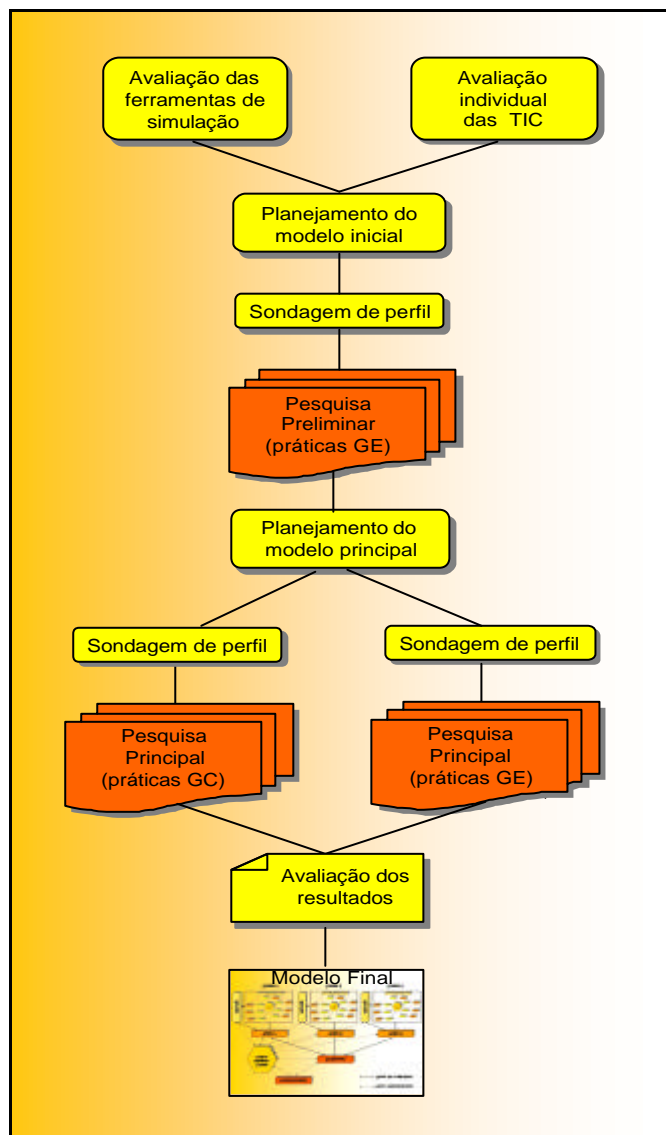


Figura 18 - Fluxograma da pesquisa

Fonte: Pesquisador (2007).

3.3.1 Caracterização da População e do Cenário

Após as tecnologias selecionadas terem sido testadas, adaptadas e otimizadas para os ensaios, parte-se para a elaboração de roteiros de experimentos relacionados com os conteúdos programáticos previstos nos planos de ensino das disciplinas de Introdução à Eletricidade e Circuitos Elétricos, do Curso Superior de Tecnologia em Comunicações Digitais ofertado pelo Campus Curitiba da UTFPR. Este cenário e área tecnológica foi escolhido pela demanda existente de cursos a distância na área de Telecomunicações e pela experiência de docência do autor desta pesquisa, de vinte e quatro anos na área, facilitando os eventuais julgamentos subjetivos e comparativos de avaliações de competências. Naturalmente, a oferta de cursos na modalidade a distância de outras áreas implicará adaptações no modelo a ser aqui proposto.

Ambas as disciplinas, em sua programação normal, submetem os estudantes a aulas teóricas intercaladas com experimentos práticos em laboratórios. Tratam-se de disciplinas obrigatórias deste curso de graduação, sendo a primeira ofertada já no primeiro período da matriz curricular. As duas disciplinas escolhidas possuem estudantes matriculados formalmente e, portanto, atribuem nota tanto para as atividades presenciais, como para as efetuadas em ambiente virtual, o que motiva os estudantes para a participarem da pesquisa. Sem este fator, como seria o caso de uma pesquisa com voluntários, ou sem uma contrapartida de pontuação ou notas, o resultado poderia estar comprometido. O acordo com os alunos e a Coordenação do Curso garantirá que os experimentos simulados não prejudiquem o desempenho acadêmico dos discentes.

A disciplina Introdução à Eletricidade foi escolhida em função de a maioria dos estudantes matriculados não possuírem experiência anterior no uso de equipamentos e componentes eletrônicos reais e tampouco virtuais. Já a disciplina de Circuitos Elétricos, cujo pré-requisito é Introdução à Eletricidade, é cursada por alunos que já possuem alguma bagagem experimental, configurando-se como um cenário diferenciado do primeiro, haja vista o contato prévio com instrumentais e componentes eletrônicos reais ao longo do próprio curso, além de uma bagagem teórica e discernimento sobre questões técnicas mais aprimorado.

Segundo as conclusões de pesquisadores que já atuaram com simulação, como RONEN; ELIAHU (2000), o resultado de ensaios simulados com estudantes de níveis diferentes pode apresentar diferenças de eficiência. Os experimentos e avaliações deste estudo serão efetuados com estudantes de dois níveis diferentes.

A escolha de duas disciplinas distintas, de períodos diferentes do curso, viabiliza a amostragem de públicos diferenciados, e torna-se possível, durante a avaliação dos resultados destes ensaios, uma comparação de resultados da aprendizagem de grupos de estudantes com bagagem anterior diferenciada.

A pesquisa acontece em um ambiente natural – a sala de aula de conteúdos técnicos (presencial e a distância) – e envolve efetivamente os estudantes regularmente matriculados no curso, submetendo-os a experimentos reais, nos laboratórios do Departamento Acadêmico de Eletrônica da UTFPR, e a experimentos simulados, em computadores de suas propriedades, em suas residências, em seus trabalhos ou em laboratórios disponibilizados na própria Universidade.

3.3.2 Procedimento de Pesquisa

Definidas a população, o cenário e as ferramentas a serem adotadas na pesquisa, parte-se para a efetiva aplicação e adequação das diversas TIC e do simulador EWB aos conteúdos das disciplinas escolhidas bem como ao modelo proposto de gestão em EAD.

Para que a falta de domínio por parte do pesquisador de todos os recursos e funções das ferramentas, das tecnologias e do modelo de gestão inicial, ainda superficial, não interfira no resultado da pesquisa, faz-se necessário o estabelecimento de duas etapas principais: uma de Pesquisa Preliminar e outra de Pesquisa Principal.

Este procedimento de pesquisa se classifica, também, como quase-experimental, pois, segundo CAMPBELL; STANLEY (1979), trata-se de um método de pesquisa para situações em que os sujeitos da população não são aleatórios. Neste caso, temos um ambiente de pesquisa relativamente controlado pelo fato de os estudantes possuírem conhecimentos de níveis semelhantes e não terem experiência com experimentação simulada. Neste tipo de experimentos os resultados são morosos, pois dependem de uma avaliação final e não se tornam explícitos em tempo real. Isto aconteceria apenas na realização de experimentos individualizados com a presença do professor ao lado do estudante, com avaliação imediata. Supõe-se que o pesquisador, nestas condições, não possui condições de manipular a variável independente, nem de submeter os diversos elementos envolvidos neste estudo de forma aleatória às condições da pesquisa (ATO GARCÍA, 1998).

No quadro 9 são apresentadas as variáveis da pesquisa que se pretende avaliar.

| Variáveis | Objetos de avaliação | |
|---------------|-----------------------|-------------------------------------|
| Dependentes | Habilidade Práticas | Montagem de circuitos |
| | | Ajuste e controle de circuitos |
| | | Medições com instrumentos |
| | | Interpretação de gráficos e medidas |
| | Conhecimento teórico | |
| Independentes | Modelo de Gestão | |
| | Metodologia de Ensino | |

Quadro 9 - Variáveis da pesquisa

Fonte: Pesquisador (2007).

3.3.3 Pesquisa preliminar

Baseado na pesquisa bibliográfica e junto aos fornecedores, bem como nas avaliações efetuadas com as diversas ferramentas listadas no Capítulo 2, definiram-se as tecnologias de simulação, comunicação, gerenciamento de curso, repositório de arquivos, fórum e videoconferência apresentadas no quadro 10.

| Tecnologia/aplicação | Ferramenta adotada | Fornecedor |
|------------------------------|--|--------------------|
| Simulação | <i>Electronic Workbench 5.12 (EWB)</i> | <i>Interactive</i> |
| Comunicação | Internet (<i>e-mails</i> conta <i>Gmail</i>) | <i>Google</i> |
| Gerenciamento de curso (LMS) | e-Proinfo 2.0 | MEC |
| Fórum on-line | e-Proinfo 2.0 | MEC |
| Videoconferência | PARLA | <i>i-Log</i> |

Quadro 10 - Tecnologias e Ferramentas adotadas na pesquisa

Fonte: Pesquisador (2007).

Os cinco artefatos tecnológicos adotados exigem estudo, adaptação e customização para os propósitos desta pesquisa. O manejo delas, tanto pelo professor como pelos estudantes, exige um treinamento prévio. A falta de conhecimento e controle das diversas situações técnicas imprevistas não pode interferir no experimento cujo foco principal é a aprendizagem e o desenvolvimento das competências e habilidades práticas num curso regular. Porém, nesta pesquisa preliminar, são justamente estas falhas, assim como os êxitos, que ajudarão a construir a proposta de modelo de gestão.

Para este estudo preliminar, de ajuste das ferramentas e modelo, a experiência prévia dos alunos não é fator de interferência. Será escolhida uma turma de alunos do segundo semestre do Curso Superior de Tecnologia em Comunicações Digitais, matriculados na

disciplina de Circuitos Elétricos. A pesquisa principal acontecerá no semestre seguinte ao da pesquisa preliminar.

Muito embora os alunos do primeiro período sejam mais isentos de experiências anteriores com simuladores, torna-se mais conveniente, neste pré-estudo, preservá-los para que, no segundo semestre, participem como alunos sem experiência em simuladores.

O método quase experimental aqui citado prevê ainda a aplicação de pré-testes e pós-testes (CAMPBELL; STANLEY, 1979), ou seja, antes de cada tarefa simulada são efetuados testes presenciais de sondagem de conhecimentos, habilidades e competências prévios e, após a efetivação dos ensaios simulados, um segundo teste, agora de constatação e mensuração da evolução dos estudantes, mais especificamente avaliando-se a variação das variáveis dependentes.

Primeiramente, os estudantes serão submetidos a uma sondagem de perfil para uma melhor caracterização da população envolvida. Na sequência será iniciada a aplicação do modelo de gestão básico, no qual os estudantes são matriculados no ambiente virtual de aprendizagem (LMS), de onde efetuarão o *download* do software EWB para seus computadores, assim como dos tutoriais de utilização desta ferramenta. A partir de então, inicia-se a interação entre o professor e os alunos via Internet, por onde tráfegarão todas as tarefas propostas, no sentido professor-aluno e, no sentido oposto, os arquivos resultantes das simulações com o EWB das tarefas efetuadas, assim como todas as dúvidas dos estudantes e explicações do professor. Todos estes procedimentos serão descritos e avaliados no Capítulo 4.

A figura 19 representa, metaforicamente, um ambiente de pesquisa de um experimento sobre fertilizantes que são utilizados para o crescimento de uma macieira. Neste ensaio a variável dependente, “altura da árvore”, é medida antes (PT) e posteriormente (PoT) à aplicação da variável independente, a “fertilização”. Por analogia, o grupo experimental de estudantes no ambiente de pesquisa “laboratório virtual”, no qual um pré-teste, medindo-se a variável dependente “conhecimento”, anteriormente à aplicação de variáveis independentes “modelo de gestão e método de ensino”, e um pós-teste são aplicados, medindo-se ou avaliando-se a evolução do conhecimento adquirido pelos alunos.

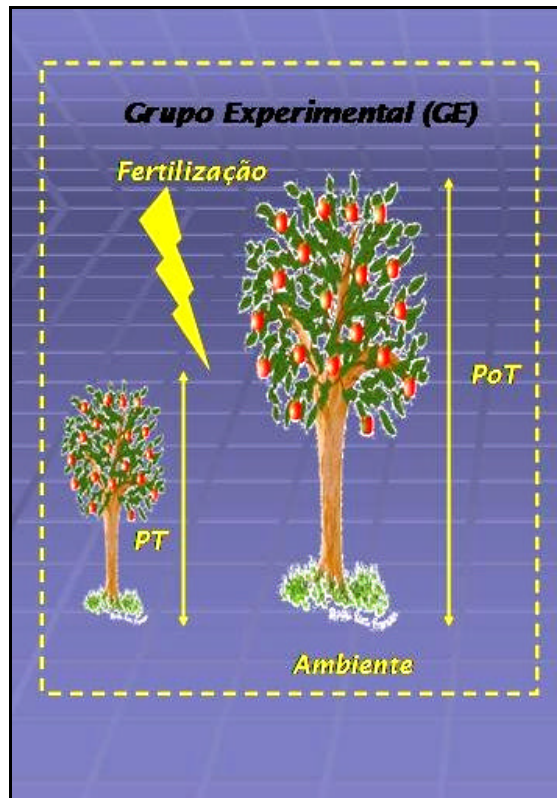


Figura 19 - Analogia com o crescimento de uma macieira
 Fonte: Pesquisador (2007).

Esta etapa não possui ainda a característica metodológica experimental desejada, pois não compara métodos e modelos tradicionais presenciais e os aqui propostos. A metodologia mais adequada é a da comparação do sistema de ensino com experimentos simulados a distância com o sistema tradicional, real e presencial. Mesmo assim, sabe-se que esta pesquisa experimental apresenta riscos, sobretudo em se tratando de ensino que, mesmo no regime presencial, em ambientes reais, como o adotado, apresenta sérias dificuldades de controle experimental (LEÓN; MONTERO, 1993).

O desenvolvimento desta pesquisa preliminar, bem como os resultados obtidos, serão descritos e ponderados no próximo capítulo.

3.3.4 Pesquisa Principal

No semestre letivo seguinte, a pesquisa passa a ser re-aplicada, agora na sua forma mais aprimorada. Quatro grupos de estudantes são envolvidos, dois de Introdução à Eletricidade (diurno e noturno) e dois de Circuitos Elétricos (diurno e noturno). Nesta pesquisa principal será estudado, como amostragem, um grupo de estudantes sem base teórica ou prática, e sem

experiência com simuladores (disciplina Introdução à Eletricidade), e, ao mesmo tempo, outra amostragem com a participação de estudantes com uma experiência acadêmica maior, porém sem ou com pouca vivência com simuladores (disciplina Circuitos Elétricos).

A metodologia adotada ainda é a quase-experimental, mas agora de forma mais adequada, com a introdução de dois grupos denominados de controle, ou seja, dois grupos de estudantes que efetuam experimentos reais presenciais apenas (um por disciplina) e outros dois grupos (um de cada disciplina) que são submetidos à experimentação simulada, denominados grupos experimentais (CAMPBELL; STANLEY, 1979).

Da mesma forma que foi feita a analogia com o experimento sobre o crescimento da macieira, agora a figura 20 representa o método completo com a inclusão de um grupo de controle, no qual acontece o processo tradicional, à esquerda, paralelamente ao experimento com o grupo experimental, à direita. Desta forma é possível confrontar-se o efeito das duas variáveis independentes. Passa-se a ter uma referência para comparação, ou seja, passa a ser possível constatar se um modelo é melhor, igual ou pior do que o outro, e não somente se o modelo, isoladamente, proporciona crescimento. Apenas com o grupo experimental seria possível se constatar que a macieira cresceu, mas como saber se ela cresceu suficientemente? A cor dos frutos da macieira maior (final) do grupo experimental é diferente da cor original, representando, também, nesta metáfora que apenas o fato de a árvore crescer não significa que os frutos terão as mesmas características ou qualidade dos frutos das árvores do grupo de controle (tradicional).

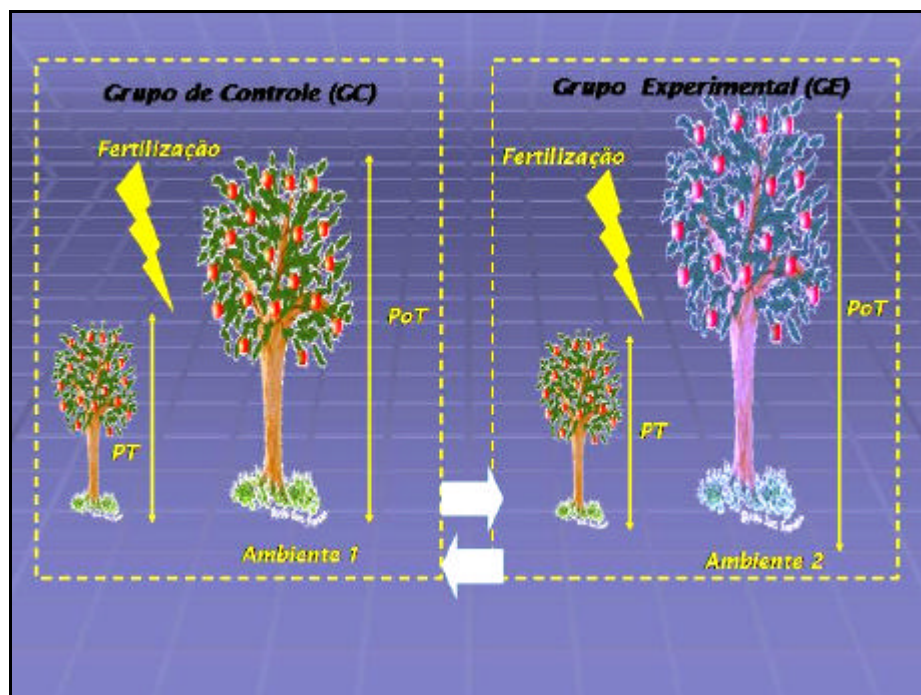


Figura 20 - Analogia com o crescimento de uma macieira
 Fonte: Pesquisador (2007).

O mesmo sistema de avaliação da pesquisa preliminar é aqui adotado, incluindo-se pré-testes e pós-testes para cada etapa dos experimentos. Da mesma forma que anteriormente, mas desta vez em duas turmas, acontece a intensa troca de arquivos gerados pelo EWB entre os alunos e o professor pela Internet. Esta atividade bem mais intensa de comunicação e trâmite de arquivos, aqui desempenhada pelo próprio professor, num curso a distância completo e estruturado, pode necessitar, dependendo do número de alunos envolvidos, do auxílio de tutores remotos, com uma distribuição proporcional ao número de estudantes matriculados no curso.

Na pesquisa principal é introduzida a aplicação de duas outras tecnologias não adotadas no experimento preliminar, por este ser mais breve: o fórum *on-line* e a videoconferência pela Internet.

Agora, além da disponibilização do tutorial sobre o EWB no ambiente LMS e-Proinfo, em forma de texto, é utilizada experimentalmente a videoconferência com a ferramenta PARLA, aplicando-se, principalmente, seus recursos síncronos de compartilhamento de tela e áudio do professor ao vivo. O software de simulação é explicado em tempo real, sendo executado no computador do professor e visualizado simultaneamente em cada computador dos estudantes conectados via Internet. Além disso, a apresentação de slides do apresentador também é visualizada de forma síncrona.

Dentro do modelo proposto no Capítulo 4, o fórum de discussão do LMS e-Proinfo é utilizado como ambiente colaborativo de aprendizagem, no qual grupos de discussão por equipe e por tema/projeto são criados. Com esta ferramenta pretende-se avaliar a aquisição de conhecimentos e o desenvolvimento de competências mais avançadas, com a ajuda de debates e cálculos elaborados coletivamente. Neste fórum o professor participa como moderador e orientador, criando-se assim um ambiente de aprendizagem colaborativa que tende a ser mais eficiente do que o de experimentação individual (GILLET; NGOC; REKIK, 2005).

O relato do desenvolvimento desta pesquisa principal, das tarefas reais e virtuais, bem como dos resultados obtidos será apresentado e ponderado no Capítulo 4.

4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA E DO MODELO DE GESTÃO

Neste capítulo serão relatadas as diversas etapas da pesquisa com seus respectivos resultados, enquanto os resultados da pesquisa principal serão apresentados e comentados no Capítulo 5. Primeiramente, relatar-se-á a exploração inicial, aprofundada por uma avaliação individual das diversas ferramentas de simulação, que levou à escolha do software EWB para os ensaios com estudantes.

Um modelo inicial de gestão do curso aplicado na pesquisa preliminar será apresentado e avaliado. Esta pesquisa básica servirá de subsídio para a proposta do modelo mais completo, tanto de gestão de cursos tecnológicos em EAD, como da própria metodologia da pesquisa principal.

As arquiteturas dos modelos de gestão inicial e principal e dos métodos de pesquisa preliminar e principal também serão aqui descritas e avaliadas. Serão justificados os aprimoramentos e conseqüentes ajustes de modelos e métodos, baseados nas falhas e sucesso da pesquisa preliminar.

4.1 AVALIAÇÃO E ESCOLHA DOS SIMULADORES *OFF-LINE*

Baseado da revisão bibliográfica, pesquisas anteriores do autor (MENDES, 2001), na exploração das diversas modalidades de ferramentas virtuais e de laboratórios remotos pesquisados no Capítulo 2 e nos fatores de avaliação constantes no quadro 4, concluiu-se que a modalidade mais adequada é a de simuladores *off-line*. Esta categoria apresenta maior versatilidade para a aplicação em cursos a distância por permitir, sem a necessidade de programações específicas por conteúdo, uma gama imensa de possibilidades de ensaios tecnológicos de diversas disciplinas curriculares da área eletro-eletrônica.

Os testes efetuados indicam que as melhores opções para aplicação destas ferramentas no ensino remoto são as dos programas que apresentam laboratórios completos, incluindo os instrumentos de geração de energia, de geração de sinais e de medição, além de uma ampla biblioteca de componentes como o TINA e o EWB. Alguns simuladores que apresentam características multidisciplinares como o *Crocodile Physics*, desde que em versões com bibliotecas mais amplas, proporcionam um auxílio importante na experimentação de conteúdos de bases científicas complementares aos estudos principais, lembrando-se que os cursos de graduação em nível superior não são apenas constituídos de conteúdos

programáticos de base específica (tecnológica).

A utilização de softwares de trabalho *off-line*, ou seja, de aplicação local, tem um papel relevante nos cursos remotos. A organização de centros remotos ou pólos de ensino contendo laboratórios de informática nos quais estas ferramentas estejam instaladas reduz consideravelmente os custos das instituições mantenedoras dos programas de ensino, em virtude da minimização de gastos com equipamentos reais e com a aquisição de programas de computadores, uma vez que não se faz necessária a aquisição de cópias individuais aos estudantes, mas apenas para os computadores do laboratório. Além do fator econômico, os simuladores *off-line* ampliam os recursos dos experimentos, tornando-os muito mais próximos dos ensaios reais. Alguns instrumentos de medição virtuais existentes nos softwares aqui apresentados são inacessíveis financeiramente em grande quantidade, como o *Bode Plotter*, *Network Analyzer* e osciloscópios multicanais digitais.

A seguir, será apresentado o resultado da análise qualitativa entre os simuladores *off-line*. Este estudo individual de cada tipo de simulador justifica-se pela busca do melhor recurso tecnológico de simulação que atenda aos requisitos dos ensaios propostos, aliando os aspectos didáticos e de gestão do curso. Aqui também foram adotados, na análise qualitativa, os critérios de avaliação orientada ao produto, usuário e contexto (GROS; SPECTOR, 1994), de adequação aos objetivos de desenvolvimento de habilidades e competências específicas da área de aplicação dos ensaios, assim como os critérios ergonômicos de usabilidade apresentados no Capítulo 2, quadro 4 (LabIUtil, UFSC, 2005).

4.1.1 Simulador TINA – Complete *Electronics Lab*

A avaliação deste software de simulação de circuitos eletrônicos demonstrou ser esta uma das mais completas ferramentas encontradas no mercado atualmente. Possui uma vasta biblioteca de componentes e permite simulações na grande maioria das sub-áreas da Eletricidade e Eletrônica.

O programa disponibiliza ao usuário treze menus de componentes eletro-eletrônicos com a possibilidade de criação de componentes novos com grande facilidade. Os principais parâmetros dos componentes já existentes podem ser editados e gravados. Existem oito instrumentos eletrônicos de medição e geradores de alto grau de sofisticação e grande quantidade de recursos e ajustes, quais sejam: gerador de funções, multímetro, gravador XY, osciloscópio, analisador de sinais, analisador de redes, analisador lógico e gerador de sinais

digitais.

Neste software, os instrumentos, embora completos e sofisticados, não apresentam ao estudante/projetista controles semelhantes aos reais. No aspecto didático, principalmente no ensino a distância, isto acarretaria uma maior quantidade de orientações e demonstrações referentes aos equipamentos reais. Trata-se de uma excelente ferramenta para projetos ou até para estudos, mas para estudantes mais avançados, que já mantiveram anteriormente contato com instrumentos reais ou com simuladores mais básicos e mais didáticos.

Na figura 21 é apresentada a tela principal do software durante a simulação de um oscilador com o circuito integrado 555, apresentando-se a forma de onda de saída em um osciloscópio.

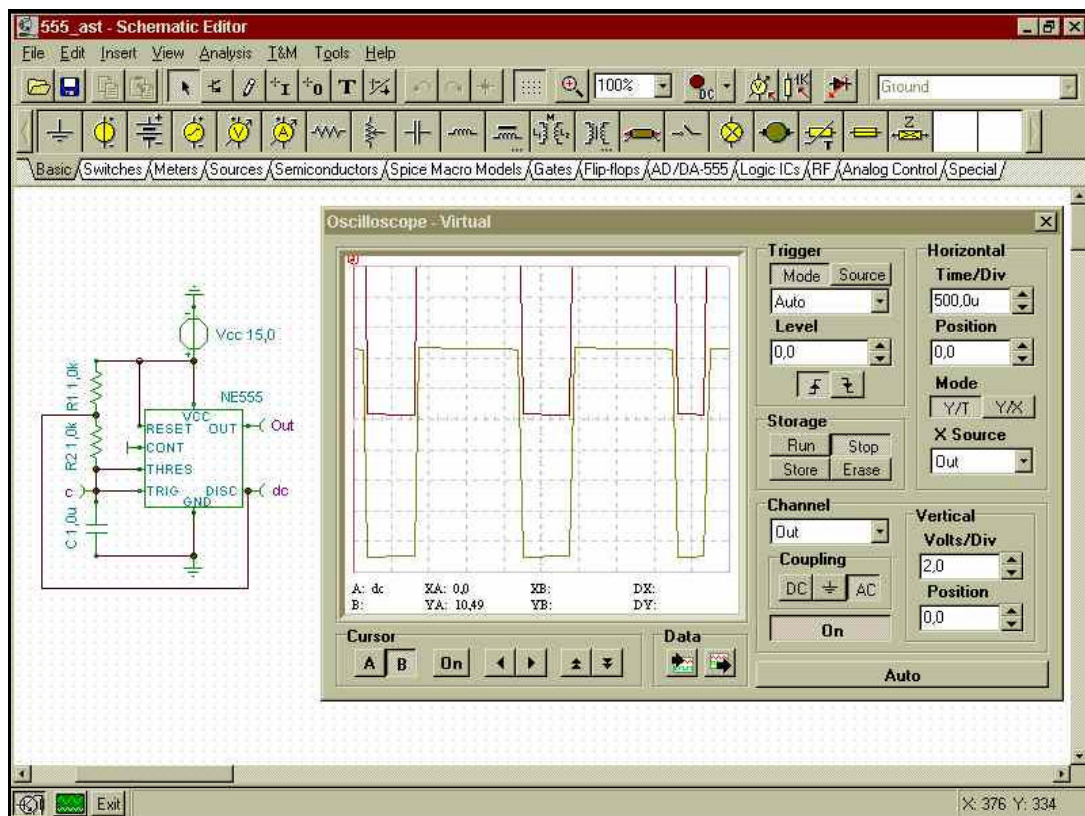


Figura 21 - Simulador TINA – Complete Electronics Lab

Fonte: Simulação gerada pelo autor – Simulador TINA, versão 5.5.

4.1.2 Simulador CIRSIM – *Electronic Circuit Simulator*

O simulador CIRSIM 2000 foi analisado, principalmente, por apresentar uma grande facilidade de trâmite pela Internet, uma vez que o programa ocupa menos de 1MBytes de memória e os arquivos de circuitos, de 1k a 7k bytes.

A interface com o usuário é muito precária e a programação de circuitos novos é feita pela edição de valores de componentes sem a visualização do circuito real. Apenas circuitos básicos podem ser ensaiados. Os valores dos componentes empregados são teóricos e não se pode alterar outros parâmetros como nos demais simuladores existentes.

Além disso, não existem instrumentos de medição; a única forma de apresentação de resultados é através da plotagem de gráficos, que podem se referir à análise de amplitude em função da frequência do sinal senoidal aplicado ou da resposta transiente a um pulso aplicado de largura ajustável.

Outra deficiência do programa para a aplicação no ensino de Eletrônica é sua limitação quanto a circuitos ativos, além da falta de visualização de componentes e instrumentos, assim como a impossibilidade de execução de medidas.

Na figura 22 representa-se a forma de entrada de valores e o desenho do circuito a ser ensaiado.

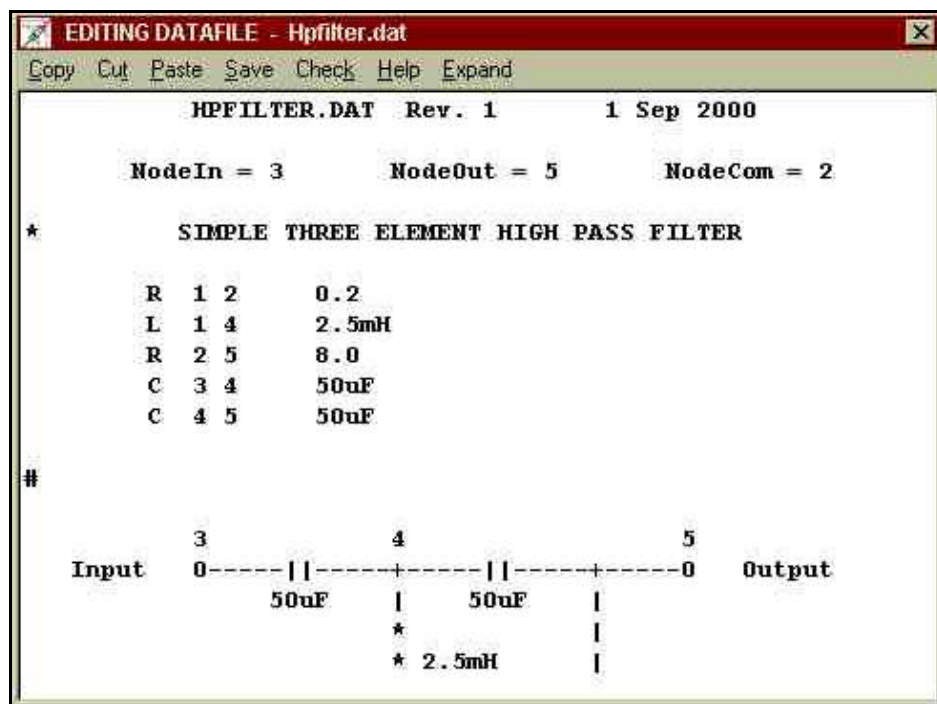


Figura 22 - Simulador CIRSIM 2.1 – Edição de Circuitos
 Fonte: Simulação gerada pelo autor – Simulador CIRSIM 2.1.

Na figura 23 é exibida a forma de entrada de faixas de frequências a serem aplicadas no dispositivo para análise de resposta e as frequências de início e final da análise gráfica.



Figura 23 - Simulador CIRSIM 2.1 – Definição de escalas

Fonte: Simulação gerada pelo autor – Simulador CIRSIM 2.1.

Na figura 24, apresenta-se um gráfico referente a uma simulação feita com o auxílio do CIRSIM 2.1, representando a saída de um filtro passa-alta no qual foi aplicado um pulso em sua entrada, conforme valores definidos nas duas telas anteriormente representadas (figura 22 e figura 23)

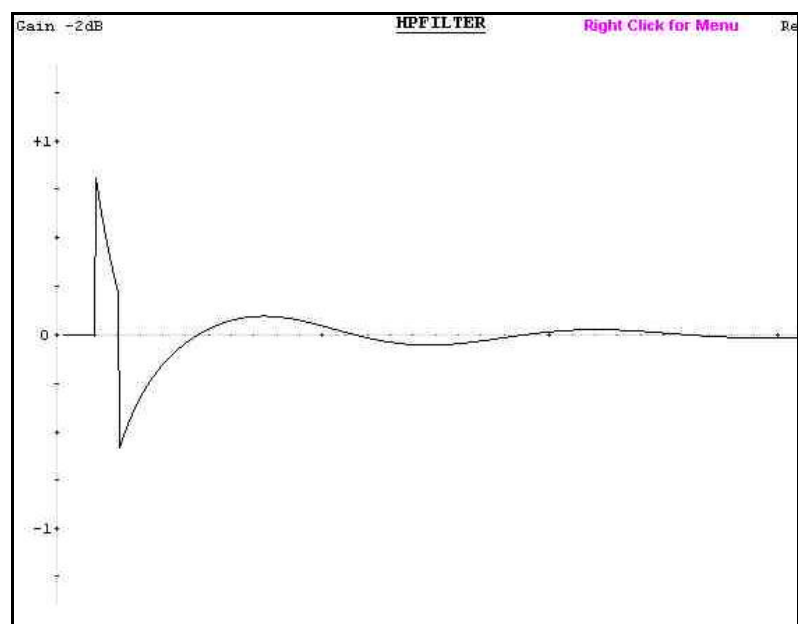


Figura 24 - CIRSIM 2.1 – Resultado da aplicação de um pulso simulado

Fonte: Simulação gerada pelo autor – Simulador CIRSIM 2.1.

Este simulador poderá ser utilizado como apoio ao ensino de alguns conceitos teóricos de circuitos transitórios com elementos passivos. Trata-se, principalmente, de um simulador de resultados apenas em forma de gráficos, mas com grande variedade de informações e detalhamento. Não se trata de um laboratório de ensaios diversos como o software TINA ou EWB. Sua característica é de simulador de aplicações teóricas, não sendo aplicável à experimentação prática que se pretende aplicar nesta pesquisa.

4.1.3 Simulador *SpiceNet*

Através de ensaios com o simulador *SpiceNet* pode-se observar que este programa apresenta uma grande limitação para as aplicações como laboratório de Eletrônica de característica universal em função das poucas opções de componentes eletro-eletrônicos, com possibilidade limitada de variações de parâmetros. Os instrumentos de medição não são representados; apenas formas de onda e resultados podem ser obtidos sem a visualização de instrumentos. Não há a possibilidade de conectá-los graficamente aos diversos pontos dos circuitos nem tampouco de se ajustarem escalas.

Na figura 25 é representada a tela de edição de circuitos do *SpiceNet* na qual um circuito monoestável foi projetado e desenhado para efeito de ensaios.

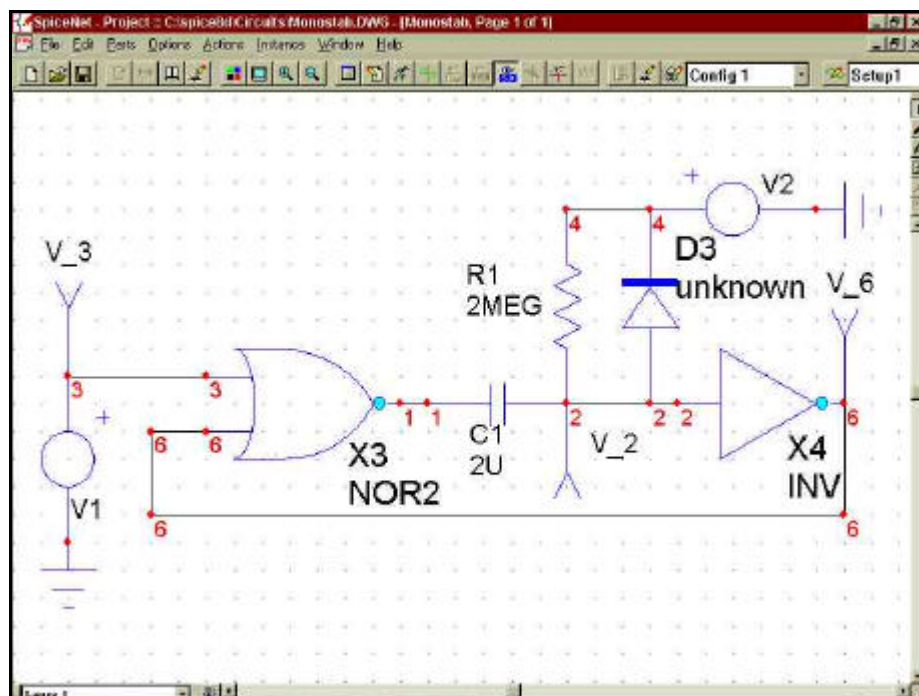


Figura 25 - Simulador *Spice Net* – Tela de edição e ensaio

Fonte: Simulação gerada pelo autor – Simulador Spice Net, versão 8.3.7.

Na figura 26 observam-se as formas de onda em três pontos previamente assinalados no circuito ensaiado. Não existe nenhuma forma de interatividade do estudante com a visualização dos resultados, assim como alterações de escala horizontal e vertical do osciloscópio.

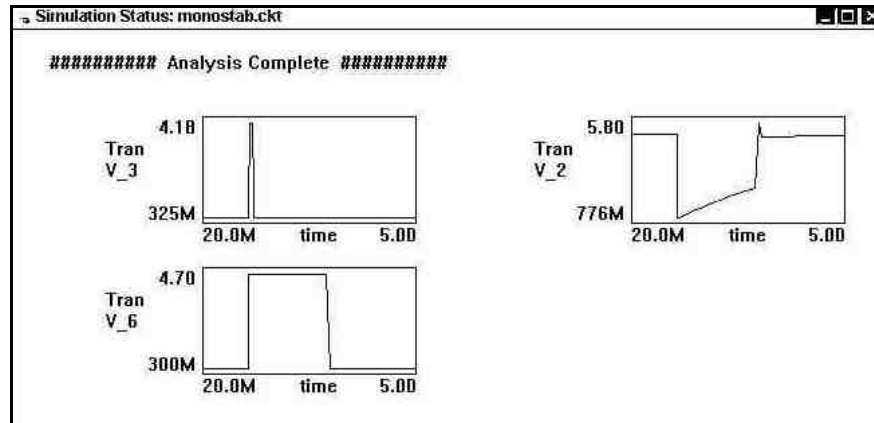


Figura 26 - Simulador Spice Net – Análise de Sinais

Fonte: Simulação gerada pelo autor – Simulador Spice Net, versão 8.3.7.

4.1.4 Simulador *Crocodile Physics*

Os ensaios efetuados com o software simulador *Crocodile Physics* 1.5 demonstraram sua versatilidade de atuação numa grande quantidade de áreas do conhecimento. Muito embora sua programação inicial refira-se a aplicações em Física, apresenta grande diversificação de recursos para outras áreas correlatas, como mecânica, construção civil, projetos de móveis e estruturas diversas.

Na figura 27 e 28, é exibido o experimento utilizado no ensaio, no qual foi projetado e construído um oscilador utilizando o circuito integrado 555. Como se pode observar, este programa não apresenta instrumentais virtuais para medições, como outros simuladores que reproduzem graficamente laboratórios de ensaios eletrônicos completos. Sua apresentação de formas de onda é feita através de um gráfico na parte inferior da tela, no qual o sinal correspondente às pontas de prova indicadas no circuito é apresentado. Estes pontos de teste podem ser escolhidos pelo usuário; a observação de sinais diversos do mesmo dispositivo simultaneamente é possível, sendo cada sinal representado pela cor da ponta de prova correspondente. Medidas de tensão de corrente são obtidas facilmente ao localizar-se o cursor do mouse sobre os pontos de observação.

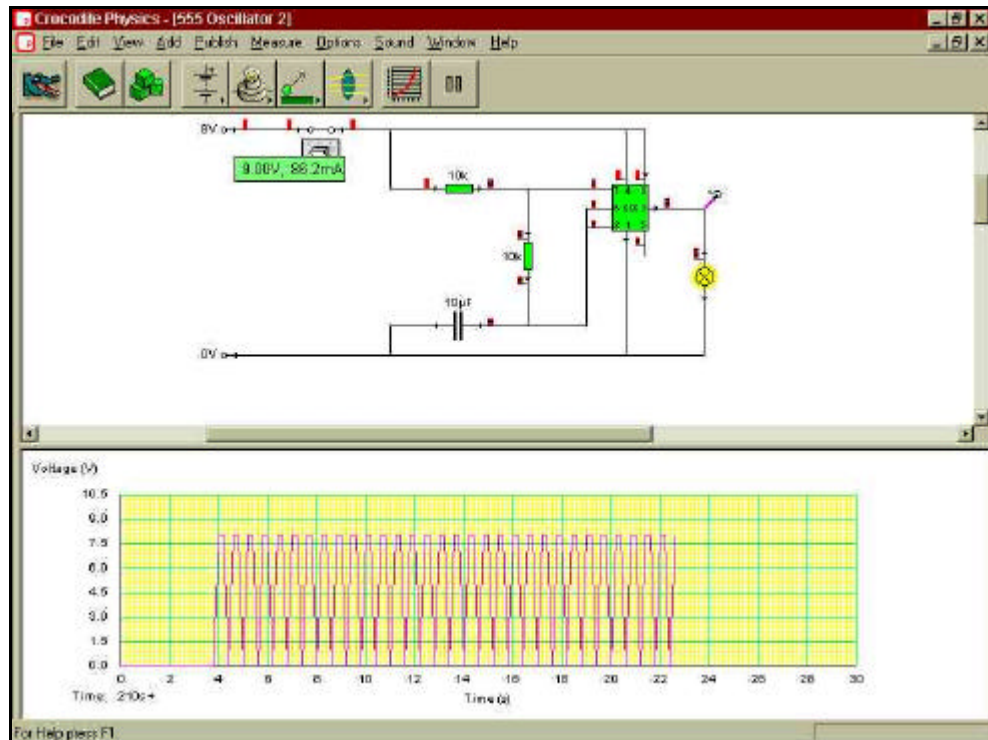


Figura 27 - Simulador *Crocodile Physics*

Fonte: Simulação gerada pelo autor – Simulador *Crocodile Physics*, versão 1.5.

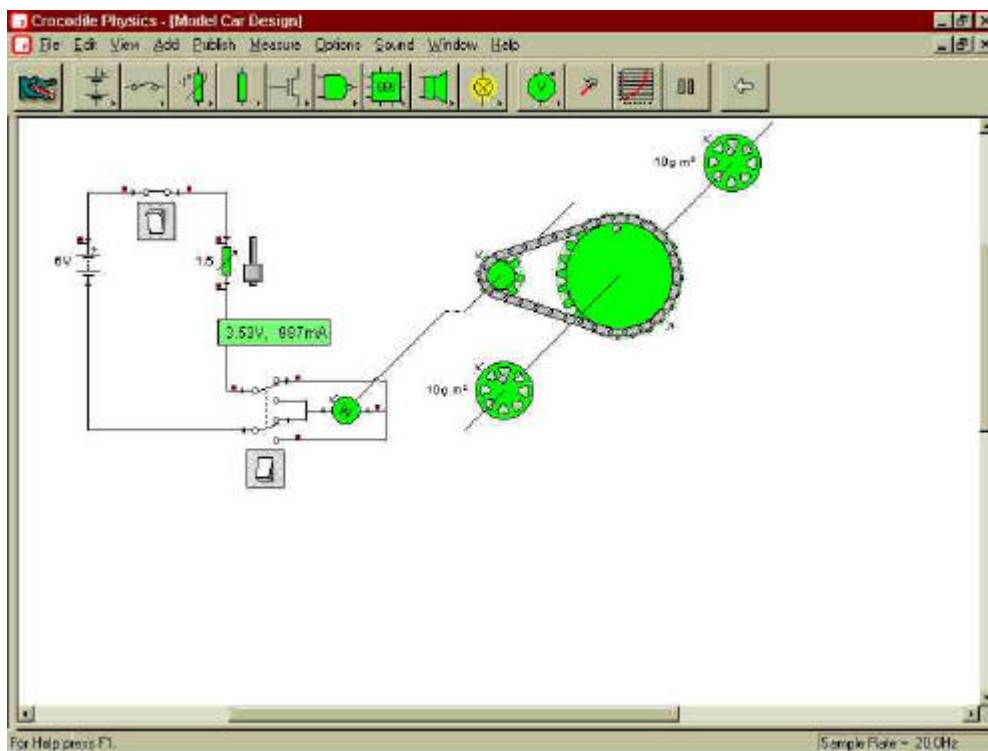


Figura 28 - Simulador *Crocodile Physics* – circuito eletromecânico com animação

Fonte: Simulação gerada pelo autor – Simulador *Crocodile Physics*, versão 1.5.

Na figura 28 observa-se um circuito ensaiado no qual componentes eletro-eletrônicos

são representados juntamente com componentes mecânicos. Neste dispositivo, a corrente que circula por um motor é controlada de forma a se variar sua velocidade. Com o acionamento de um interruptor duplo, obtém-se a reversão do sentido de rotação do motor. Uma vez acionado o motor, o simulador apresenta uma animação das engrenagens na velocidade e sentido de rotação desejados. Ao longo da simulação/animação é possível a interação do usuário em tempo real bem como a medição de níveis de tensão e de corrente.

Outro recurso deste simulador é o da representação e animação gráfica dos componentes eletro-eletrônicos nas suas formas reais. Conexões e ensaios são efetuados com a visualização de imagens digitalizadas de componentes reais. Foi executado um ensaio básico com um motor CC alimentado por uma bateria de 9 Volts, sendo a rotação controlada por um reostato. Medidores de tensão e de intensidade de corrente elétrica foram inseridos no dispositivo para obtenção de medidas em tempo real (figura 29).

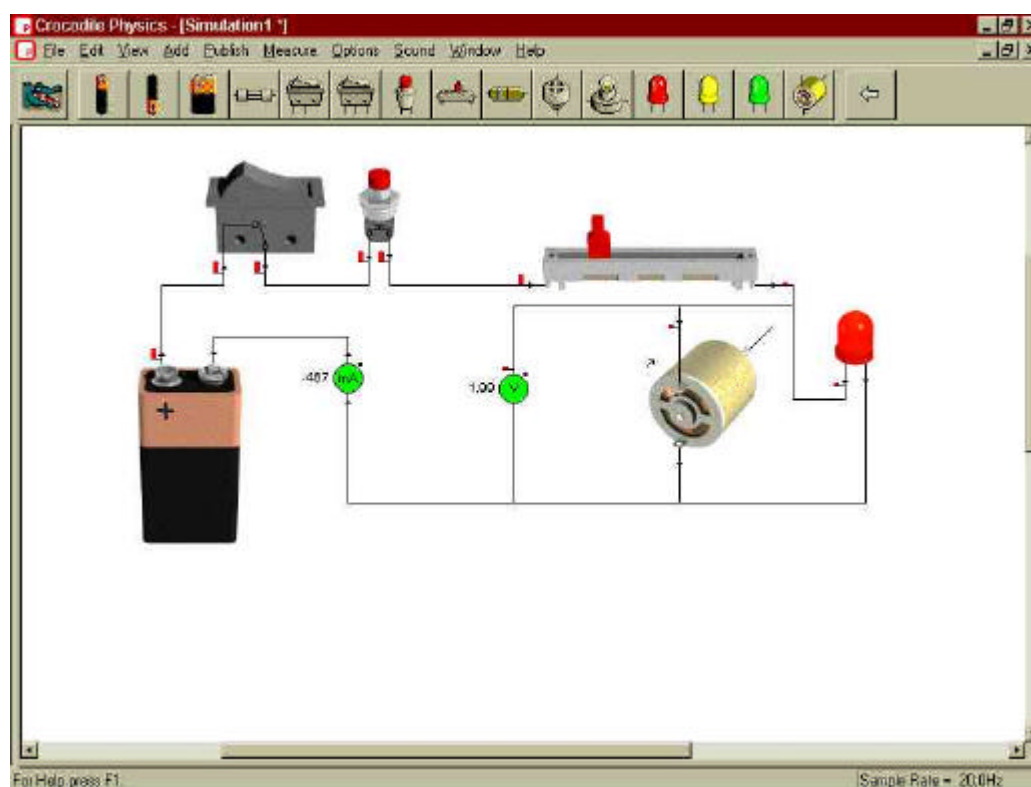


Figura 29 - Simulador *Crocodile Physics* – circuito com imagens de componentes reais

Fonte: Simulação gerada pelo autor – Simulador *Crocodile Physics*, versão 1.5.

Os ensaios demonstraram uma grande versatilidade deste simulador, com a possibilidade de aplicações diversas no ensino a distância. Os arquivos gerados pelas simulações ocupam muito pouco espaço de memória (menos de 10kBytes).

A interface gráfica com o usuário permite uma visualização muito próxima da realidade, proporcionando-se animações de imagens de motores e engrenagens em movimento, indicadores luminosos acesos, posicionamento de reostatos, estado de interruptores, etc.

A apresentação gráfica dos sinais em diversos pontos dos dispositivos simulados assemelha-se a osciloscópios de multicanais, instrumentos raramente encontrados em laboratórios reais, haja vista seu custo elevado.

Entre os simuladores existentes na atualidade, esta ferramenta apresenta uma grande vantagem: proporcionar simulações em outras áreas do conhecimento, como a física. Desta forma, os conteúdos de base científica dos programas de ensino a distância também podem ser enriquecidos.

Considera-se uma deficiência deste aplicativo a impossibilidade de visualização de instrumentos de medição e geração de sinais ou energia. A biblioteca de componentes eletro-eletrônicos é muito limitada. Além disso, os componentes existentes possuem características próximas aos modelos teóricos, pois poucos parâmetros reais são programáveis.

4.1.5 Simulador *Electronics Workbench* (EWB)

Apresenta-se a seguir uma avaliação do Simulador EWB, cujas características encontradas vão ao encontro das principais necessidades dos programas de ensino aplicáveis a distância das áreas de Eletricidade e Eletrônica, desde o nível mais básico até o mais avançado, possuindo, portanto, as melhores condições de aplicação na pesquisa principal.

A versão aqui analisada é a educacional. Um estudo sobre este software mereceu especial atenção, pois se trata de um simulador de laboratório de Eletro-Eletrônica muito versátil, que disponibiliza uma biblioteca de componentes muito ampla e apresenta instrumentos de medição e geração de sinais com excelente grau de sofisticação e funcionalidade. Com apenas 2Mbytes, aproximadamente, de espaço de memória ocupado (apenas o programa, sem a biblioteca completa), o EWB proporciona aos estudantes e professores uma ampla gama de experimentações simuladas, com a importante e fundamental característica de transitar facilmente pela Internet, até mesmo em locais de baixa velocidade de comunicação.

Na figura 30, é representado o ensaio de avaliação efetuado com este simulador no qual um filtro ativo tipo passa-alta é analisado, tanto com o auxílio de um osciloscópio duplo-traço, como com um analisador de curva de resposta *Bode Plotter*, ambos virtuais. Um gerador de funções é aplicado na entrada do dispositivo.

Observa-se que os ajustes e configurações dos instrumentos e gerador são fiéis aos encontrados nos instrumentos reais. Com um simples clique do mouse sobre a representação destes instrumentos no circuito, obtém-se uma visão ampliada e detalhada dos ajustes e sinais nas telas de visualização de gráficos e formas de onda.

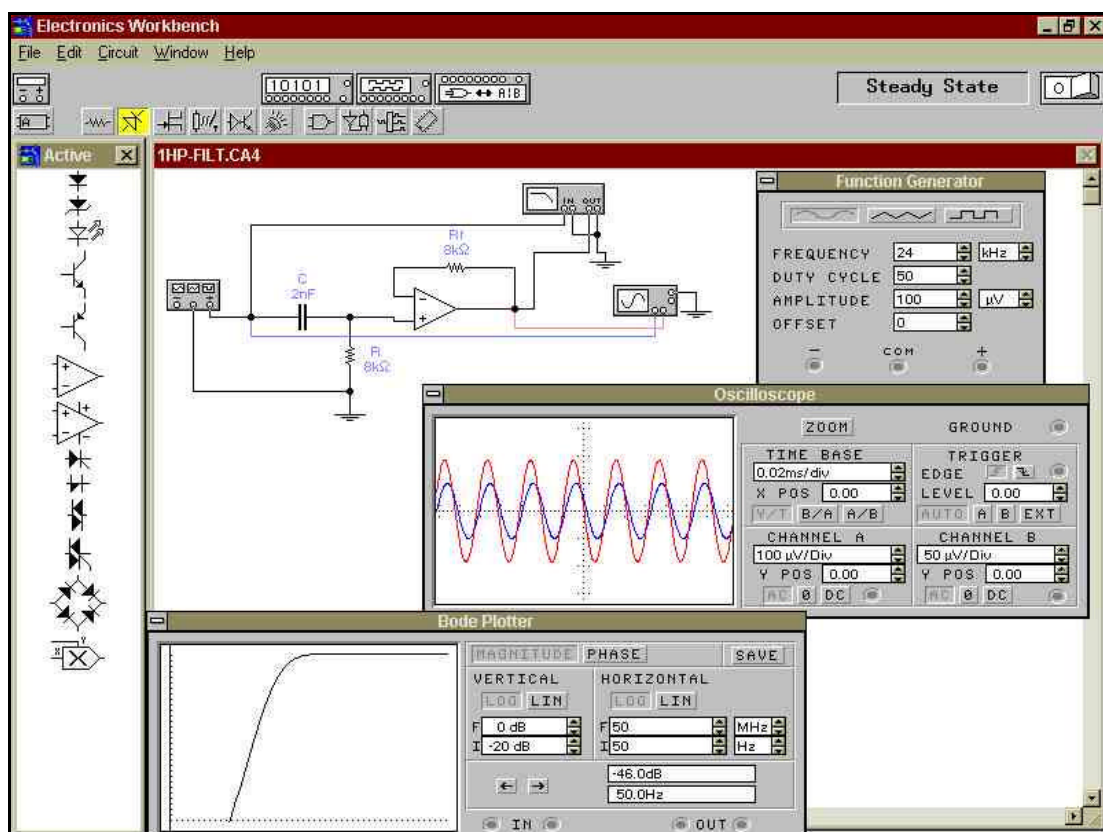


Figura 30 - Simulador *Electronics Workbench* – Filtro ativo analisado por osciloscópio e Bode Plotter

Fonte: Simulação gerada pelo autor – Simulador EWB, versão 5.12.

Na figura 31 é representada a terceira forma de apresentação possível das formas de onda no osciloscópio do EWB. Com a opção zoom no osciloscópio de dimensões intermediárias, obtém-se um excelente detalhamento dos sinais visualizados, proporcionando ainda a medição de forma gráfica da frequência e de níveis de tensão com muita precisão.

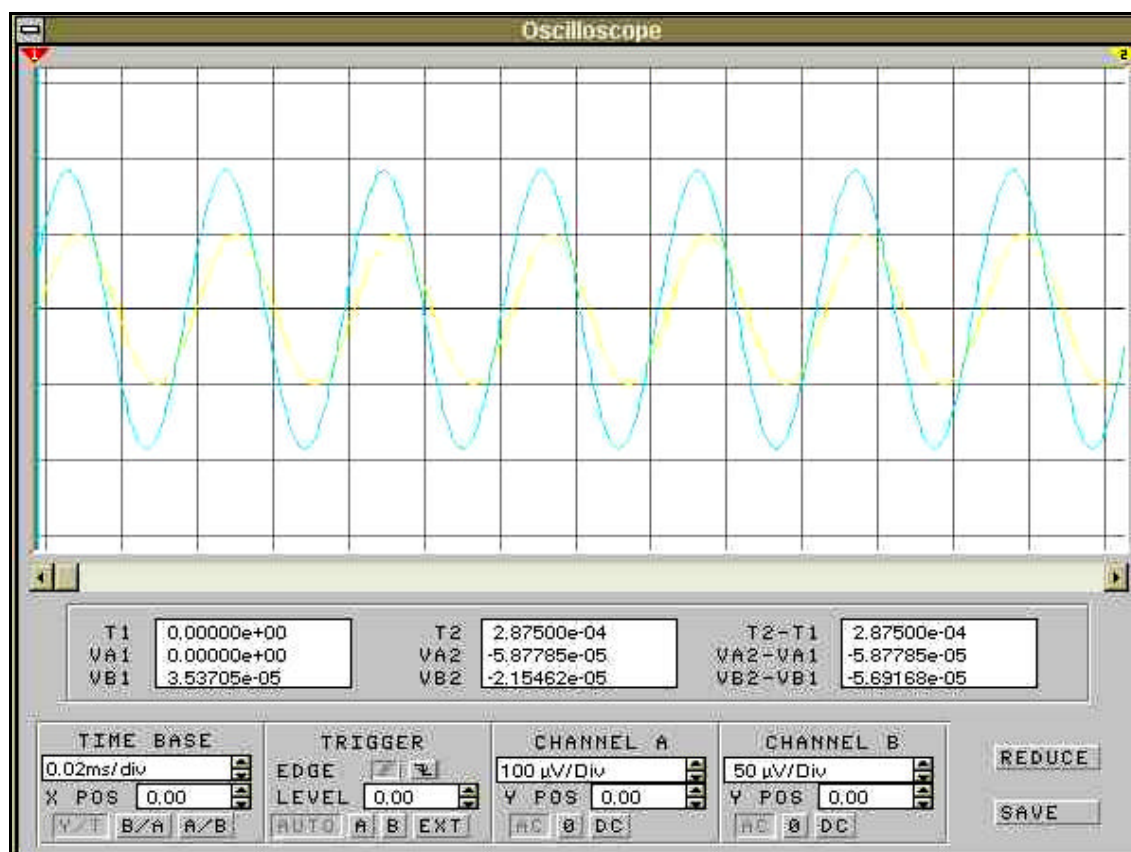


Figura 31 - Simulador *Electronics Workbench* – Tela ampliada do osciloscópio duplo-traço virtual

Fonte: Simulação gerada pelo autor – Simulador EWB, versão 5.12.

As pequenas dimensões dos arquivos de circuitos gerados pelo EWB (máximo 100kBytes, incluindo comentários dos alunos ou do professor) tornam este simulador muito adequado para utilização no ensino a distância.

A deficiência observada neste software é a ausência de componentes e instrumentos relacionados com a análise de linhas de transmissão e de rede. No aspecto de variedade de componentes e experimentos possíveis, o programa TINA apresenta muito mais recursos comparativamente ao EWB. Isto implica uma diversificação de softwares ao longo da oferta do curso, dependendo da disciplina e conteúdo programático.

Pelas características apresentadas, este foi o simulador escolhido para a verificação prática nos ensaios com estudantes, integrando um modelo de gestão de cursos tecnológicos a distância nesta pesquisa.

4.2 PESQUISA PRELIMINAR

Nesta etapa preliminar da pesquisa principal foi escolhida uma turma de alunos da disciplina Circuitos Elétricos que já possuíam conhecimentos teóricos e práticos de laboratório, mas com pouca experiência com simuladores. Conforme mencionado no Capítulo 3, nesta etapa pretendia-se customizar e adequar as TIC e o simulador EWB escolhido na avaliação descrita no item 4.1 para a efetiva utilização no modelo definitivo de curso. Esta pesquisa preliminar foi avaliada, portanto, de forma qualitativa, observando-se muito mais os aspectos relacionados com a viabilidade de aplicação de cada elemento tecnológico individualmente e coletivamente, do que a aquisição de conhecimento por parte dos alunos, análise que foi mais aprofundada na pesquisa principal.

O experimento ocorreu no segundo semestre de 2005 com uma turma de 22 alunos do turno noturno. Ao longo dos experimentos, dois alunos desistiram da disciplina, sendo considerada então uma amostra de 20 alunos. Verificando-se as médias de aprovação destes estudantes na disciplina pré-requisito a Circuitos Elétricos, constatou-se uma faixa de rendimentos variando entre 7,0 e 8,8, numa escala de 0 a 10,0. Ao contrário das turmas de Introdução à Eletricidade, do primeiro período do curso, esta amostragem já demonstrava um maior nivelamento no aspecto de conhecimentos técnicos anteriores. Este nivelamento e seleção aconteceu naturalmente com a aprovação no primeiro período do curso, no qual, pelo regulamento desta modalidade de curso na UTFPR, a nota mínima exigida é 7,0.

4.2.1 Descrição do Modelo Preliminar

O modelo inicial de gestão de experimentos é ilustrado na figura 32, na qual os elementos tecnológicos envolvidos são: LMS e-Proinfo, software simulador EWB, e armazenador de *e-mails*.

Tanto o professor como os alunos atuam diretamente com software EWB. As tarefas são inicialmente planejadas no computador do professor e enviadas em documentos de texto e no formato de diagramas esquemáticos, já no formato compatível com o simulador (extensão “.ewb”). Todas as mensagens são armazenadas no servidor de *e-mail*, criando-se uma espécie de *log* da comunicação entre professor e alunos, assim como de todas as tarefas propostas, executadas e corrigidas.

No ambiente LMS e-Proinfo, todos os registros de matrícula e de tarefas propostas e executadas também é armazenado. São disponibilizados tutoriais, slides, arquivos em geral, resultados de avaliações, além do próprio programa de simulação para ser efetuado o *download*.

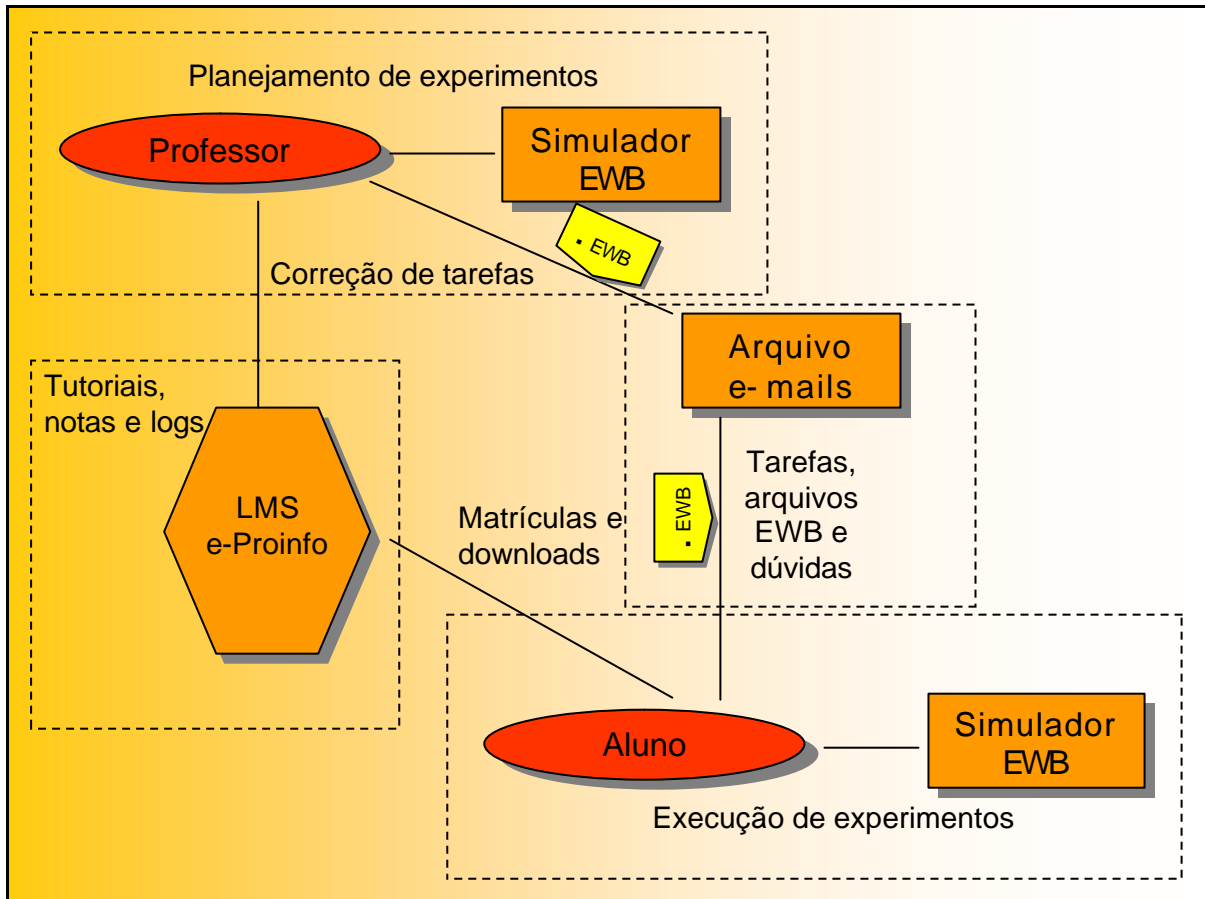


Figura 32 - Modelo para pesquisa preliminar

Fonte: Pesquisador (2007).

A customização do ambiente e-Proinfo deve acontecer previamente aos procedimentos de inscrição dos alunos, de forma a adaptá-lo às necessidades das tarefas e atividades programadas. A forma de apresentação dos menus é programada antecipadamente.

Os circuitos eletro-eletrônicos que fazem parte das tarefas, quando são construídos pelo professor, implicam também adaptações prévias dos seus componentes e especificações, antes do início do curso.

4.2.2 Descrição do Experimento Preliminar

Com algum domínio dos diversos elementos tecnológicos envolvidos na pesquisa, assim como do próprio modelo de gestão, partiu-se para a aplicação do modelo básico com os alunos da disciplina de Circuitos Elétricos. Inicialmente, de forma presencial, aplicou-se o questionário de sondagem inicial (apêndice 1), com o qual levantou-se o perfil da turma sobre diversos aspectos, principalmente quanto à disponibilidade de tempo, computador e Internet, assim como de suas experiências anteriores com simuladores.

Nesta pesquisa preliminar, ainda não havia o domínio da ferramenta de videoconferência pela Internet PARLA (comunicação síncrona), para o ensino aos estudantes sobre o simulador EWB a distância. Foi programada uma aula que aconteceu num laboratório de informática do Departamento Acadêmico de Eletrônica da UTFPR, presencialmente, com o uso do software pré-instalado, numa duração de aproximadamente três horas. Ao final da aula os alunos já apresentavam condições satisfatórias de utilizar a ferramenta individualmente em outras localidades, sem a ajuda do professor.

Após o cadastro inicial dos alunos, foi encaminhado por *e-mail* um *link* para acesso ao cadastro no e-Proinfo, e requerimento de matrícula. Desta forma cada estudante era confirmado no ambiente, permitindo-lhe acesso a todos os recursos e informações disponibilizadas pelo professor.

Após a efetivação da matrícula dos alunos no ambiente de aprendizagem, iniciou-se a comunicação assíncrona professor-aluno com as instruções e tarefas dos experimentos (anexo 5). Inicialmente disponibilizou-se no ambiente para *download* o simulador EWB e o seu tutorial. Este tutorial serviu de complemento e reforço à aula presencial.

Na figura 33 é representada a seqüência de execução das etapas da pesquisa preliminar, em que duas práticas virtuais foram efetuadas.

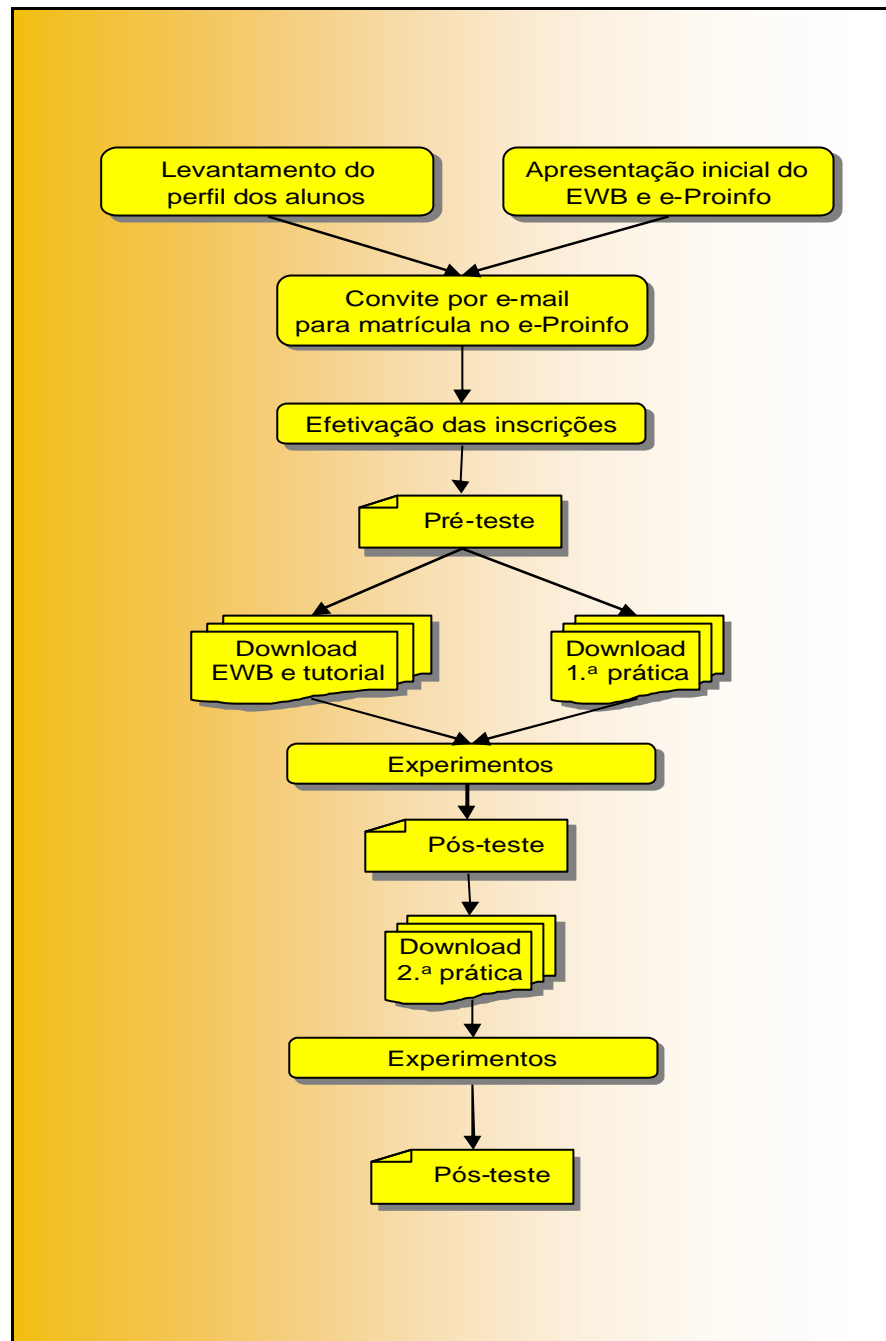


Figura 33 - Fluxograma da pesquisa preliminar

Fonte: Pesquisador (2007).

As tarefas encaminhadas aos alunos eram diferenciadas para cada um com valores dos componentes diferentes. Os estudantes retornavam os circuitos e valores pela Internet em arquivos eletrônicos gerados pelo EWB. Muitas vezes o professor corrigia o experimento no seu simulador e retornava o arquivo para o aluno.

4.2.3 Avaliação do Experimento Preliminar

O questionário de sondagem inicial (anexo 6) apresentou um resultado homogêneo e animador no aspecto da disponibilidade de computadores e de Internet, para a grande maioria, em suas casas ou locais de trabalho. Independentemente desta disponibilidade, foram instalados em laboratórios de informática de acesso livre o simulador adotado neste experimento em todos os computadores.

Outra informação importante foi a da disponibilidade dos alunos de duas a quatro horas semanais, em média, para a execução dos experimentos virtuais, sem que ninguém manifestasse indisponibilidade.

O tema escolhido da disciplina para os ensaios foi Filtros Passivos. Uma vez aplicado o pré-teste, constatou-se um baixo rendimento da turma. Este resultado refletiu uma possível falta de planejamento, pois não existia sincronismo entre as aulas teóricas e a experimentação prática. O pós-teste apresentou um resultado animador, pois houve acréscimo nos conhecimentos adquiridos.

A segunda prática, sobre o mesmo tema, foi programada para apresentar um grau maior de dificuldade. Como as tarefas eram desenvolvidas a distância do professor e poderia haver algum tipo de troca de informações entre os estudantes, comprometendo os resultados da pesquisa, além de serem atribuídos valores de componentes diferenciados, o pós-teste foi elaborado de forma que somente aqueles que efetuaram simulações apresentariam bons resultados. Questões sobre busca prática de frequência de corte de filtros e levantamento de curvas de resposta com instrumentos demonstraram o desenvolvimento destas competências e habilidades. Todo este trâmite de informações entre professor e alunos, bem como todas as tarefas concluídas estão armazenadas no servidor de *e-mail* como registro da pesquisa e para uma eventual exploração futura. Estes experimentos armazenados em formato eletrônico, em laboratórios presenciais, com instrumentos reais, não poderiam ser estocados, haja vista o custo dos seus componentes e o espaço físico que ocupariam.

Muito embora o objetivo direto deste primeiro ensaio não fosse a avaliação do método, sob o aspecto didático-pedagógico, já foi possível constatar que a aprendizagem ocorreu e foi relevante. Contudo, em uma pesquisa científica como esta, conforme mencionado do Capítulo 3, é necessária uma mensuração mais precisa e aprofundada do crescimento das habilidades ou evolução das competências dos estudantes, utilizando-se um método comparativo com a forma de ensino tradicional, presencial e com instrumentos reais. A contribuição deste experimento preliminar para a metodologia adotada nesta tese vem a ser

justamente a confirmação dos estudos teóricos efetuados, que apontam para a adoção de dois grupos de ensaios: grupo experimental e grupo de controle (LEÓN; MONTERO, 1993).

Os resultados das avaliações empregando os instrumentos de pré-teste e pós-teste, adotados no ensaio preliminar, demonstraram a necessidade de um maior planejamento e aprimoramento destes testes, visando uma melhor análise da evolução das variáveis dependentes e do modelo de gestão.

Além da indicação para a utilização de método comparativo, observando-se os estudantes que já possuíam alguma experiência anterior com simuladores (identificados pelo questionário de sondagem inicial), e/ou já possuíam formação técnica na área deste estudo, outra contribuição importante desta etapa foi a de aplicar-se a pesquisa a alunos de mais de um nível de conhecimento, conforme também indica a pesquisa de Ronen; Eliahu (2000).

4.2.4 Avaliação do Modelo Preliminar

O resultado dos pós-testes demonstrou que houve progresso nos conhecimentos adquiridos pelos alunos, confirmando a eficácia na aplicação de simuladores para o aprendizado. Da mesma forma que a aplicação do método de aplicação de tarefas a distância apresentou bons resultados, o modelo básico de administração de conteúdos, tarefas, arquivos eletrônicos, inscrições e avaliações também obteve resultados satisfatórios, assim como falhas que poderão ser sanadas no planejamento do ensaio principal desta pesquisa.

Assim como no aspecto metodológico, em que a pesquisa preliminar apontou para ajustes na amostragem (adoção de duas disciplinas de níveis diferentes) e método de análise (ensaio com grupo de controle e grupo experimental), várias conclusões e contribuições para o modelo de gestão principal foram tiradas a partir do primeiro ensaio:

- Durante o planejamento do cronograma dos ensaios práticos, deve-se levar em consideração o desenvolvimento dos conteúdos teóricos em paralelo ou sequencialmente. Em alguns conceitos práticos explorados neste experimento foi necessário retomar o conteúdo teórico para o efetivo desenvolvimento das tarefas.
- Um novo ator no processo se faz necessário, que pode ser denominado de monitor. Elemento normalmente integrante de cursos a distância, neste caso, desempenharia um papel importantíssimo no suporte ao professor no acompanhamento do correto uso das ferramentas por parte dos alunos. O professor deve limitar-se ao acompanhamento didático-pedagógico, à solução de dúvidas e à realimentação das tarefas simuladas. Muitas dificuldades no uso das tecnologias aconteceram com os estudantes, tomando um elevado percentual das comunicações entre as partes

envolvidas, para a solução de questões relacionadas com acesso ao LMS, *downloads*, arquivos contaminados com vírus e uso do EWB.

- Ao se analisarem as perguntas e respostas entre professor e alunos, armazenadas no servidor de *e-mail*, constata-se um rico material de aprendizado que, pelo fato de ser uma comunicação restrita, privou os estudantes de uma ampla discussão sobre os temas abordados, além da incidência de questões repetitivas. A exemplo do relato de Gillet; Ngoc; Rekik (2005), esta deficiência aponta para a inclusão, no modelo principal, da metodologia de construção colaborativa de conhecimentos, com o auxílio de uma ferramenta de fórum eletrônico de discussão.
- Constatou-se que para alguns estudantes a dificuldade no manejo das tecnologias, principalmente do simulador EWB, interferiu no seu aprendizado assim como na pesquisa. A mera disponibilização de tutoriais não garante o domínio das ferramentas. A carga horária de três horas utilizada para a capacitação do uso do EWB não foi suficiente. Já uma carga maior pode ser viabilizada com o auxílio de tecnologias de interação síncrona remotas, como *chats* e videoconferência, elemento que foi incorporado ao modelo principal.

4.3 PESQUISA PRINCIPAL

Baseado na avaliação do modelo preliminar e nos resultados citados no item 4.2.4, desenvolveram-se um novo fluxograma para a pesquisa e uma nova proposta de modelo de gestão de curso tecnológico a distância com o emprego de simuladores. Esta etapa da pesquisa foi melhor estruturada e planejada, considerando-se que já se possuía maior domínio das TIC e do simulador EWB e alguma experiência anterior adquirida com o experimento preliminar.

Além do modelo mais refinado, a amostragem da pesquisa nesta etapa, bem maior que a anterior, já foi melhor estabelecida e diversificada, tanto em nível de conhecimento dos estudantes como de conteúdos abordados. O aspecto metodológico, incluindo dois grupos de controle além dos grupos experimentais, também é um aprimoramento resultante de pesquisas anteriores, abordadas no Capítulo 3, e da pesquisa preliminar.

4.3.1 Descrição do Modelo Principal

O modelo principal, adotado nesta etapa da pesquisa, passou a incorporar dois elementos que tendem a aprimorar dois aspectos falhos detectados no primeiro ensaio prático.

A primeira falha observada, e mais relevante, pois comprometeu todo o experimento, assim como, indiretamente, o aprendizado dos estudantes, foi quanto ao domínio do software EWB. A solução passa pelo incremento de carga horária de tutoria a respeito do simulador. Apenas o tutorial escrito não foi suficiente. Além das horas presenciais, foi incluída a videoconferência via Internet com a ferramenta PARLA, que permite a interação em tempo real do professor com os estudantes, viabilizando as demonstrações de utilização das diversas funções básicas e avançadas de todas as TIC envolvidas e, principalmente, do EWB.

O segundo elemento implementado no modelo foi o fórum virtual para aprendizagem colaborativa. Para os experimentos com conceitos mais avançados das duas disciplinas escolhidas, este fórum foi utilizado para o desenvolvimento de projetos e experimentos em equipes. Foi configurado, portanto, mais um módulo do LMS e-Proinfo para esta finalidade. Desta forma, o LMS passou a ter dois papéis principais bem distintos no modelo de gestão, um, de registro acadêmico e pedagógico e outro, de aprendizagem colaborativa. O LMS foi utilizado, portanto, somente com seus recursos assíncronos. A única ferramenta de interação síncrona adotada foi o PARLA.

Na figura 34 é representado o modelo adotado na pesquisa principal, demonstrando, além dos novos elementos incorporados, o fluxo de informação e de dados (arquivos “.EWB”). A ferramenta LMS e-Proinfo é representada por dois módulos distintos.

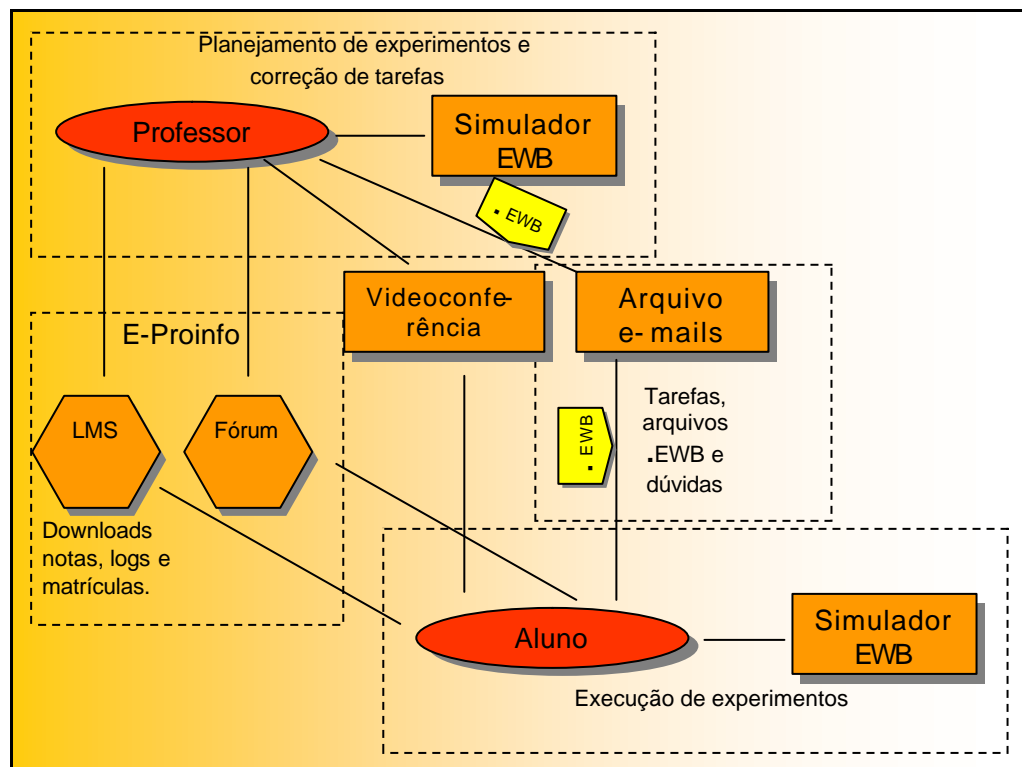


Figura 34 - Modelo para pesquisa principal

Fonte: Pesquisador (2007).

No aspecto mais administrativo, do registro acadêmico, foi incorporado um procedimento mais dinâmico do que o anteriormente adotado. Um *link* para inscrição e cadastro dos alunos no ambiente e-Proinfo mais direto e facilitado foi disponibilizado aos alunos. O próprio ambiente foi otimizado na sua apresentação aos usuários, para que estes tivessem, de forma mais direta e intuitiva, acesso aos materiais e módulos que seriam utilizados. Na forma original, a existência de muitos recursos que não eram utilizados desestimulava os usuários à utilização do ambiente.

Foi padronizada a utilização do campo de comentários do EWB para a inclusão por parte dos alunos de explicações de seus resultados, bem como de dúvidas ao professor. Este mesmo campo foi utilizado para respostas das dúvidas, com as devidas correções e anotações em destaque nos próprios circuitos das tarefas encaminhadas.

Para o trâmite das tarefas em formato “.ewb” nos dois sentidos (professor – alunos), foi criado um protocolo de identificação e organização para facilitar o armazenamento e o resgate dos arquivos nas correções, realimentação aos alunos e avaliações. Em alguns casos, a revisão de nota foi solicitada e implicou o resgate de etapas anteriores dos ensaios.

Outro protocolo implementado e adotado foi a alteração de valores de componentes considerados chave (essenciais) no funcionamento dos circuitos experimentados. Para se garantir a experimentação individual, sem eventuais cópias diretas entre alunos, foi estabelecido que estes componentes seriam múltiplos do código de matrícula de cada aluno.

A videoconferência com a ferramenta PARLA, muito embora permita a conexão simultânea de até 100 usuários, com som e imagem, foi programada para salas de até dez usuários a cada seção. Naturalmente, dependendo da arquitetura do curso e do montante de estudantes envolvidos, pode-se adotar agrupamentos em salas de projeção em pólos remotos, com o auxílio de professores tutores ou monitores presenciais.

4.3.2 Descrição do Experimento Principal

Conforme descrito e conceituado no Capítulo 3, baseado na revisão bibliográfica, este experimento principal foi delineado com a inclusão de um grupo de controle denominado não equivalente (CAMPBELL; STANLEY, 1979). Trata-se da avaliação da evolução da aprendizagem de dois grupos de estudantes que efetuaram as mesmas tarefas práticas ensaiadas pelos estudantes de outros dois grupos experimentais, cujos experimentos foram virtuais. Conforme o método de pesquisa citado, o grupo de controle foi submetido a um ambiente tradicional de aprendizagem em laboratório com instrumentos reais e componentes eletro-eletrônicos adquiridos pelos alunos e fornecidos pela Universidade.

Ao longo do segundo semestre letivo de 2005 e início de 2006, duas turmas de alunos de primeiro período e duas turmas de segundo período do Curso Superior de Tecnologia em Comunicações Digitais fizeram parte dos experimentos, com atribuição de notas que compuseram as médias finais das disciplinas Introdução à Eletricidade e Circuitos Elétricos, sendo a distribuição entre os Grupos de Controle (GC) e Grupos Experimentais (GE) representada na figura 35.

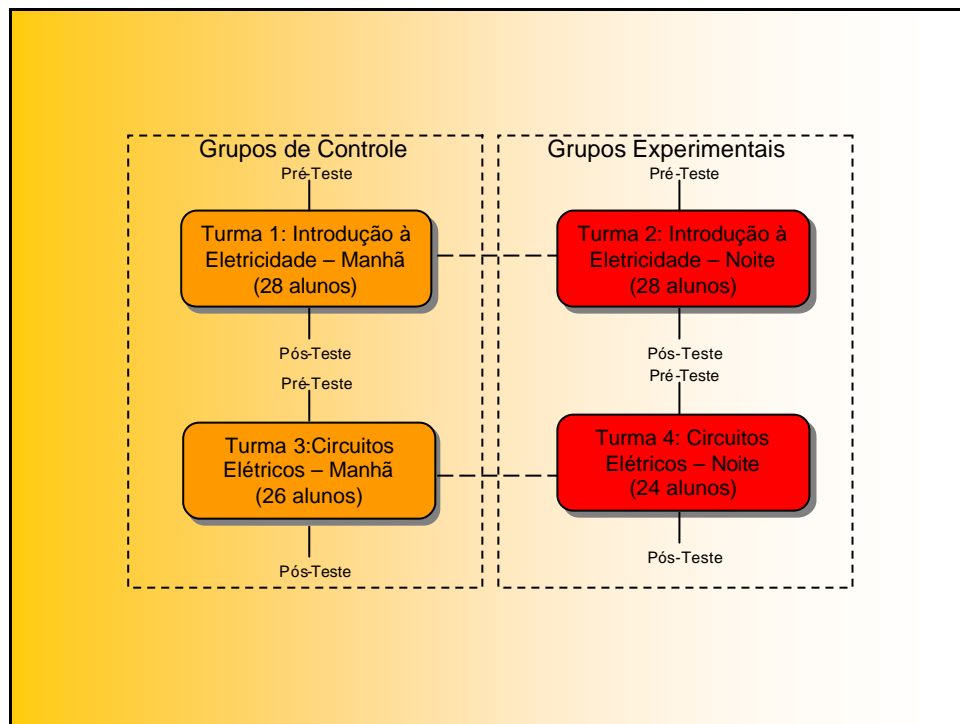


Figura 35 - Distribuição dos alunos nas turmas GC e GE

Fonte: Pesquisador (2007).

Cada par de grupos (GC e GE) foi submetido a duas práticas de temas diferentes. A segunda prática de cada grupo apresentava maior grau de dificuldade do que a primeira. Os pré-testes (anexo 7), práticas e pós-testes eram sincronizados entre os grupos de controle e experimentais. Na tabela 1 são apresentados os temas abordados nas práticas propostas pelo professor aos alunos individualmente (prática 1) e em equipe (prática 2). Estas práticas eram apresentadas aos estudantes em forma de tarefas detalhadas passo a passo (anexo 8).

Tabela 1 - Temas abordados nas práticas por turma

| Turmas | Disciplina | Prática | Tema |
|--------|---------------------------|---------|---------------------------|
| 1 e 2 | Introdução à Eletricidade | 1 | Princípios de Kirchoff |
| 1 e 2 | Introdução à Eletricidade | 2 | Teorema da Superposição |
| 3 e 4 | Circuitos Elétricos | 1 | Circuitos RLC em senoidal |
| 3 e 4 | Circuitos Elétricos | 2 | Filtros Passivos |

Fonte: Pesquisador (2007).

Ao todo foram aplicados quatro pré-testes e quatro pós-testes, ou seja, houve avaliação de evolução do conhecimento de cada turma (GC e GE) a cada prática efetuada. Os resultados de cada teste e observações do professor foram tabulados em uma planilha de observação (anexo 9) e posteriormente aplicados em planilhas de cálculo para estudo estatístico e plotagem de gráficos a serem apresentados no final deste capítulo.

Os testes foram elaborados levando-se em consideração as variáveis independentes desta pesquisa (metodologia e modelo de gestão) e as variáveis dependentes apresentadas no quadro 11.

| Item | Habilidade | Descrição |
|------|---|---|
| 1 | Montagem de circuitos | Habilidade motora básica. Relaciona a correta disposição e conexão de componentes e instrumentos de medição |
| 2 | Uso de instrumentos de medição | Habilidade fundamental, que estabelece a necessidade de conexões corretas dos instrumentos e leituras precisas das grandezas físicas envolvidas no experimento. Requer domínio sobre as funções básicas de diversos instrumentos de medição. |
| 3 | Identificação de falhas de circuitos | Habilidade que demanda conhecimento sobre os componentes e instrumentos, assim como do funcionamento teórico do circuito ou sistema em geral. É observável mediante medições relevantes e análises das respostas dos circuitos. |
| 4 | Identificação de limites dos componentes e instrumentos | Essencial em situações de risco que relacionam elevados valores de tensão e corrente elétrica. Trata-se de uma habilidade relativa à segurança e à preservação dos componentes e instrumentos. Demanda conhecimento sobre as características técnicas dos sistemas. |
| 5 | Suscetibilidade para controle de circuitos | Capacidade de ajustar o circuito para que apresente as melhores respostas, ou seja, para que desempenhe suas funções da melhor maneira possível. Demanda conhecimentos teóricos sobre o tema e, no caso de circuitos mais complexos, experiência prática. |
| 6 | Interpretação de resultados | Estabelece a capacidade de comparações entre os resultados medidos e os esperados (teóricos). Envolve conhecimentos teóricos sobre o tema e sobre comportamento de componentes e instrumentos. |
| 7 | Relação entre teoria e prática | Capacidade de relacionar os resultados com o que estabelece o teorema, princípio ou lei experimentados. Assemelha-se à habilidade de interpretação de resultados, porém, está mais bem relacionada com a comparação dos fenômenos. Trata-se de uma habilidade que reflete a compreensão do tema estudado. |
| 8 | Análise crítica do experimento | Capacidade de questionar o experimento sob o aspecto da comprovação de fenômenos, facilidade de entendimento e clareza. Habilidade apresentada por estudantes que dominam teoricamente o tema e manejam bem os aspectos práticos. |

Quadro 11 - Variáveis dependentes (habilidades) e suas descrições

Fonte: Departamento Acadêmico de Eletrônica (UTFPR).

A seqüência adotada na pesquisa principal é representada na figura 36.

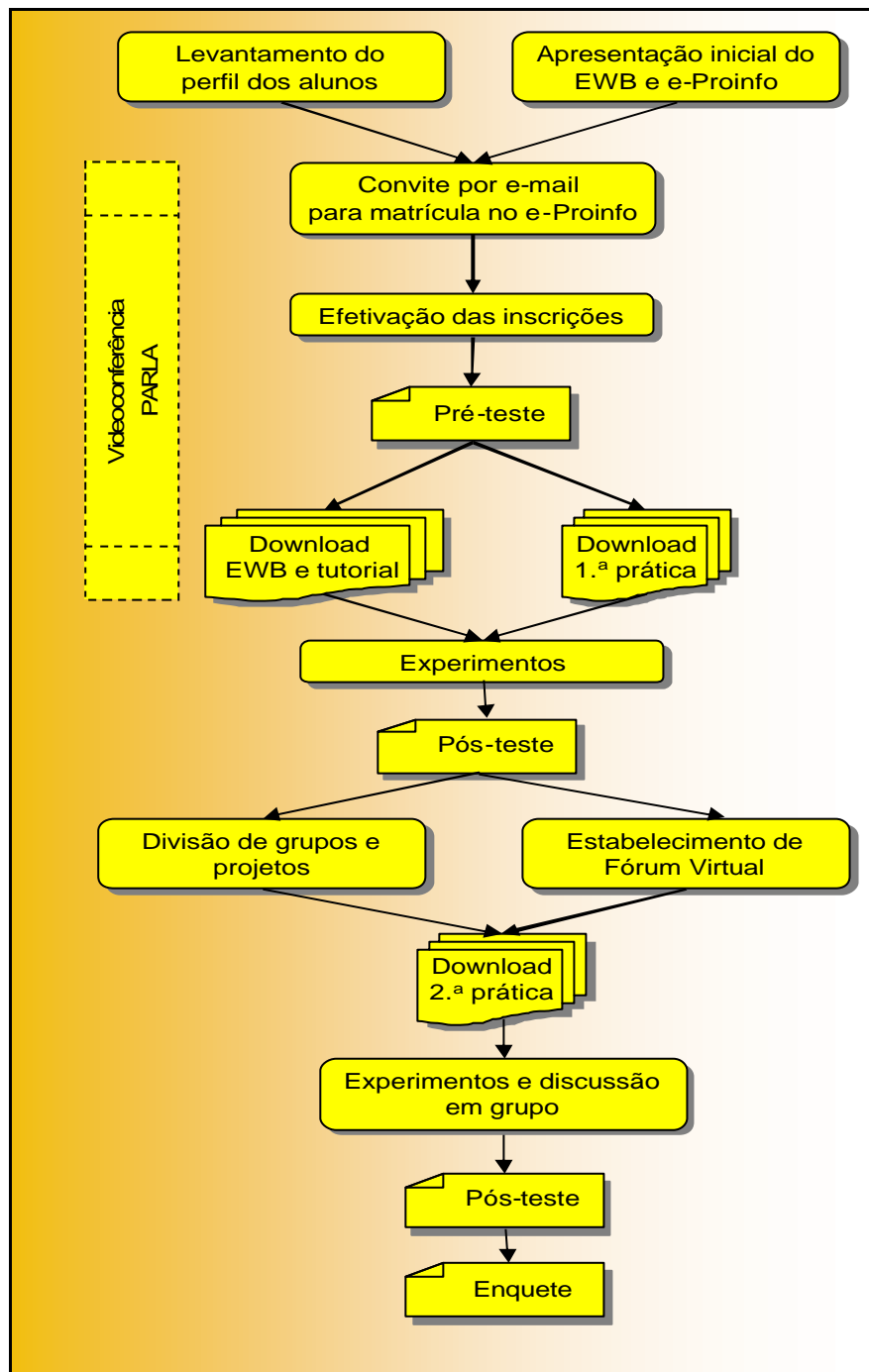


Figura 36 - Fluxograma da pesquisa principal

Fonte: Pesquisador (2007).

O perfil dos alunos foi levantado em sala de aula, presencialmente, quando também houve a exposição dos procedimentos que seriam adotados na disciplina, formas de avaliação e atribuição de notas. O questionário de sondagem inicial (apêndice 1) objetivou identificar o perfil dos estudantes com relação aos aspectos de disponibilidade de tempo para os

experimentos, de computador e Internet, domínio de aplicativos de informática e conhecimentos prévios sobre os temas a serem experimentados.

Além da aplicação dos questionários de sondagem inicial nas turmas, foi feito um levantamento junto à Comissão do Concurso Vestibular da UTFPR dos escores dos alunos das turmas de Introdução à Eletricidade escolhidas, para se pudesse verificar se havia homogeneidade entre os grupos de controle e experimental. Trata-se do único registro de conhecimento anterior disponível destes estudantes, por serem recém admitidos na Universidade. Os escores levantados variam numa escala de 0 a 10000 e são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Escores do vestibular do 2º semestre de 2005

| Dados do vestibular | Manhã | Noite |
|--|--------------|--------------|
| Pontuação do primeiro aprovado | 9583 | 9010 |
| Pontuação do último aprovado | 5880 | 6088 |
| Médias das pontuações dos alunos aprovados | 6843 | 6938 |

Fonte: UTFPR.

A análise dos escores do vestibular demonstra que, em termos de conhecimentos básicos, relativos ao Ensino Médio, as turmas do turno da manhã e da noite são equivalentes, pois 96% dos alunos da manhã seriam aprovados à noite e 100% dos alunos da noite seriam aprovados no turno da manhã.

Para uma análise semelhante de homogeneidade, agora entre as turmas da disciplina de segundo período do curso, Circuitos Elétricos, já existia disponível, no Sistema Acadêmico da UTFPR, o registro do desempenho acadêmico dos estudantes em forma de coeficiente de rendimento, cujo valor numérico varia entre zero e um. No quadro 12 é apresentada a definição e a fórmula de cálculo deste coeficiente, de acordo com o parágrafo único do Artigo 15 do Regulamento da Organização Didático-Pedagógica dos Cursos Superiores de Tecnologia da UTFPR.

Parágrafo Único: o coeficiente de rendimento do aluno será calculado a partir da fórmula abaixo, levando-se em consideração todas as unidades curriculares cursadas.

$$CR = \frac{? (N \times CH)}{? CH} \quad ? 10$$

CR = coeficiente de rendimento

CH = carga horária total da unidade curricular

N = nota da unidade curricular

Quadro 12 - Fórmula de cálculo do coeficiente de rendimento acadêmico dos alunos

Fonte: UTFPR.

A média dos coeficientes de rendimento dos alunos de Circuitos Elétricos do turno da manhã foi de 0,712 e do turno da noite, de 0,798, demonstrando proximidade no rendimento das turmas.

Outro registro acadêmico relevante é o do rendimento dos alunos na disciplina que antecede Circuitos Elétricos, Introdução à Eletricidade, no semestre anterior. Mais uma vez a equivalência entre os grupos de controle experimental é constatada (tabela 3).

Tabela 3 - Notas de Introdução à Eletricidade

| Qualificação | Manhã | Noite |
|---------------------|--------------|--------------|
| Melhor nota | 9,0 | 9,4 |
| Nota mínima | 7,0 | 7,0 |
| Médias | 7,45 | 7,68 |

Fonte: UTFPR.

As práticas foram, então, desenvolvidas em paralelo entre os dois grupos (GC e GE) para as duas disciplinas. Enquanto os alunos do grupo de controle dispunham de uma manhã para efetuar uma prática completa, os alunos do grupo experimental dispunham de uma semana para efetivá-la no simulador. Aparentemente houve vantagem do grupo experimental em relação ao tempo, mas deve-se considerar que os alunos do grupo de controle tinham à sua disposição o professor em suas bancadas, quando necessário para orientá-los. Já o outro grupo necessitava de uma interação por *e-mail* para dar continuidade aos experimentos, caso surgissem dúvidas.

O fluxo intenso de mensagens demonstrou o trabalho efetivo dos alunos, demandando um tempo muito maior de atendimento do professor comparativamente às aulas presenciais.

Paralelamente aos procedimentos iniciais de efetivação de matrículas, acontecia a instrução para *downloads* de tutoriais, tarefas e do programa EWB. Na sequência, para um grupo restrito de alunos, aconteceu o treinamento via videoconferência (PARLA) para se testar a eficácia desta ferramenta no ensino do uso do eProinfo e do simulador. Para um grupo maior, este mesmo treinamento aconteceu presencialmente. Além do preparo dos alunos para a instalação e configuração da ferramenta, algumas simulações foram efetuadas em forma de estudo dirigido.

Para a segunda tarefa de cada disciplina foi estabelecida a divisão das turmas em equipes que receberam suas tarefas para execução via ambiente colaborativo (fórum), mas com ensaios individuais em seus simuladores. O projeto estimulava a discussão e construção de resultados de forma coletiva mas, devido à atribuição de valores de componentes

personalizados, as práticas individuais também se faziam necessárias (anexo 5). Houve a participação intensa do professor nos fóruns de todas as equipes, com um papel de moderador e de esclarecedor de dúvidas. Esta imersão do professor no ambiente colaborativo com respostas imediatas estimulou os alunos a participarem com seriedade. A figura 37 demonstra a forma de atuação neste experimento de uma equipe de seis alunos.

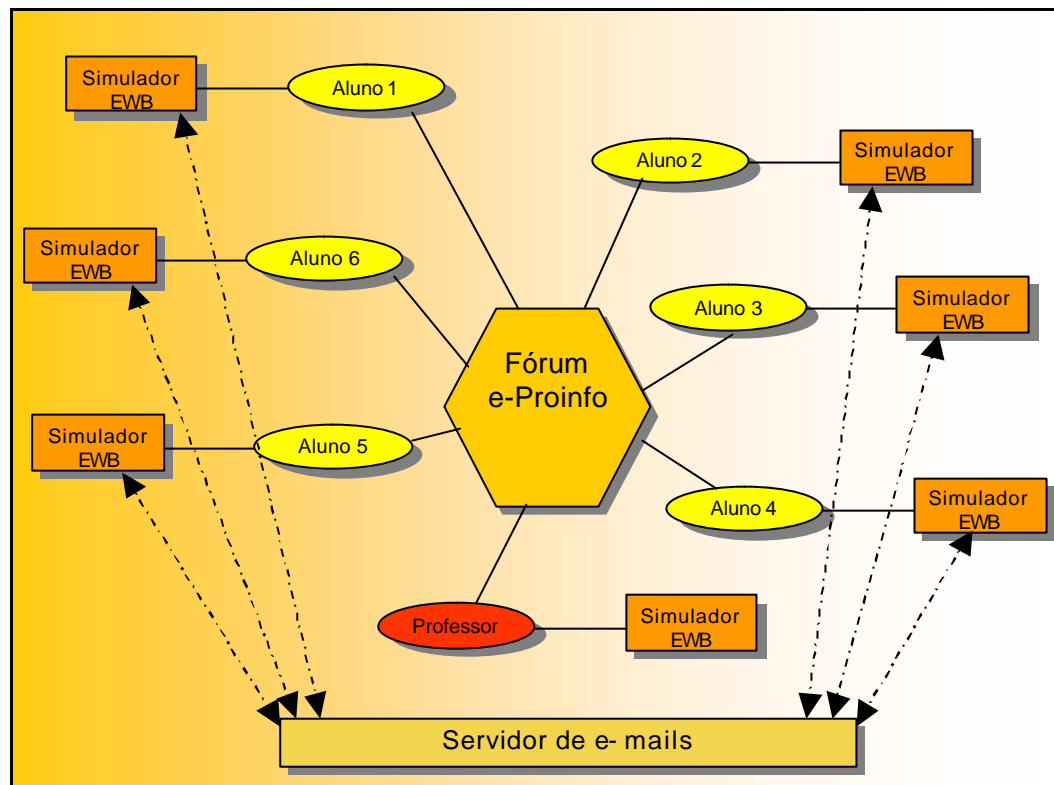


Figura 37 - Representação do experimento em equipe no fórum
 Fonte: Pesquisador (2007).

Cada aluno atuou individualmente com seu simulador, assim como o professor; em seguida, os membros da equipe apresentaram seus resultados no fórum. Isto aconteceu em todas as equipes, seguido de debates que levaram aos resultados e generalizações finais dos grupos.

Na figura 38 é apresentada uma das dezenas de telas de interação entre os participantes do fórum, demonstrando a estruturação por tópicos, texto da discussão e ferramentas disponíveis.

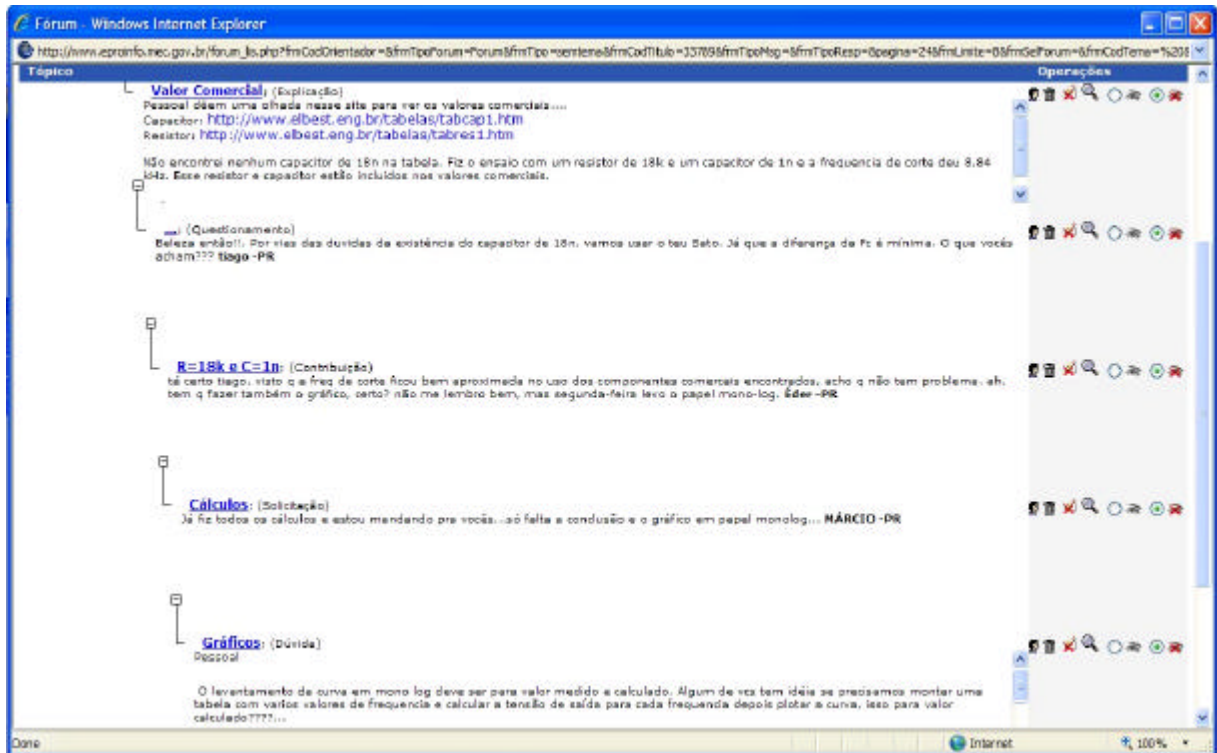


Figura 38 - Tela do fórum de discussão virtual e-Proinfo

Fonte: LMS e-Proinfo, MEC.

Constatou-se uma deficiência no ambiente e-Proinfo de armazenamento de arquivos de formatos diferentes dos mais comuns utilizados. Em paralelo à discussão no fórum, houve a necessidade de troca de arquivos “.ewb” entre os participantes; para isto foi utilizado o servidor de *e-mail* adotado, em forma de lista de discussão para que, assim como com as inserções no fórum, todos tivessem acesso aos arquivos de circuitos.

5 RESULTADOS DA PESQUISA

Neste capítulo serão apresentados os resultados da pesquisa principal. Os resultados dos ensaios acontecidos em paralelo nos grupos de controle e nos grupos experimentais também serão apresentados, e uma análise qualitativa e quantitativa destes resultados embasará as conclusões a respeito do modelo principal proposto.

Ao contrário do modelo inicial, que foi submetido apenas a uma avaliação qualitativa, de embasamento tanto logístico como metodológico para a pesquisa principal, o tratamento estatístico aqui apresentado pretende demonstrar a eficácia do modelo de gestão de cursos a distância com simuladores, comparando-o com o modelo presencial tradicional.

Um estudo inicial, envolvendo questionários de sondagem, investigação no Sistema Acadêmico da UTFPR (banco de dados das matrículas e rendimento acadêmico dos estudantes) e escores do vestibular, será apresentado com o intuito de se constatar a equivalência de nível de conhecimento e experiência anterior dos alunos dos grupos de controle com os grupos experimentais para as disciplinas do mesmo período do curso.

Conforme descrito no Capítulo 3, esta pesquisa passou a assumir um paradigma qualitativo e quantitativo, principalmente a partir do experimento preliminar, cujos resultados foram apresentados de forma qualitativa apenas e cujo propósito era aprimorar tanto o método da pesquisa como o modelo de gestão proposto. As duas explorações, qualitativa e quantitativa, apresentam resultados complementares na análise tanto do grupo de controle como do grupo experimental (COOK; REICHARDT, 1986). O tratamento estatístico facilitou a comparação entre os dois grupos, com o auxílio de planilhas eletrônicas de cálculo com resultados transformados em gráficos, apresentados neste capítulo. Estes gráficos demonstram resultados de avaliações de aprendizagem, enquetes, sondagens de perfil, utilização do fórum e do ambiente e-Proinfo. Foram alocados, nas mesmas representações gráficas, os resultados tanto dos grupos de controle quanto dos grupos experimentais, proporcionando uma comparação visual entre os seus desempenhos.

Na pesquisa efetuada ao longo do desenvolvimento do trabalho colaborativo, o tratamento puramente quantitativo-estatístico não se aplica. A observação e a análise qualitativa e quantitativa, método adotado neste caso, inclui a comprovação, valoração de impacto e explicação das causas, conforme Bericat (1998). Observou-se, durante a avaliação deste experimento especificamente, o contexto do conteúdo em que se deram as intervenções

dos participantes do fórum e a influência delas no resultado final do ensaio/projeto (BOGDAN; TAYLOR, 1975).

5.1 ESTUDO DE PERFIL E EQUIVALÊNCIA ENTRE OS GRUPOS

O estudo inicial da pesquisa principal se deu com a aplicação de um questionário de sondagem, elemento integrante tanto desta pesquisa como do modelo de gestão, que prevê um levantamento de perfil dos estudantes e uma sondagem inicial dos conhecimentos prévios e condições de acesso a computador e Internet para que dosagens estratégicas de utilização dos diversos recursos pudessem ser planejadas.

Do ponto de vista da pesquisa, para que os quatro grupos de estudantes escolhidos pudessem ser denominados de grupos de controle e grupos experimentais, foi elaborado, inicialmente, um estudo da equivalência entre estes grupos, antecedendo tanto os experimentos remotos como os presenciais.

Ao contrário do modelo de gestão, quanto ao aspecto metodológico, atentou-se para que esta sondagem não interferisse na forma de aplicação do método, pois tanto o questionário de perfil, como principalmente os pré-testes podem ser fatores limitadores da generalização (SALOMON, 1949). Estes resultados poderiam interferir no método, reduzindo-se a aplicabilidade da pesquisa (ANDERSON, 1959).

5.1.1 Disciplina Introdução à Eletricidade

Serão apresentados aqui os resultados da sondagem inicial aplicada em duas turmas de primeiro período do Curso Superior de Tecnologia em Comunicação Digital, da disciplina Introdução à Eletricidade. Inicialmente, convencionou-se como grupo de controle a turma do turno da manhã e como grupo experimental, a do turno da noite. Cada uma das turmas, continham, no início do semestre letivo, 28 alunos matriculados.

5.1.1.1 Disponibilidade de computador com acesso à Internet

Constatou-se que 100% dos 56 alunos possuíam computadores com acesso à Internet disponíveis, em suas residências ou nos seus locais de trabalho. Independentemente desta

disponibilidade, foi reservado para o período letivo um laboratório de Informática com 25 computadores conectados à Internet e com o software EWB e demais recursos necessários para a execução das tarefas.

5.1.1.2 Noções sobre Informática

No gráfico 1 observa-se equivalência entre o Grupo de Controle (GC) e o Grupo Experimental (GE) quanto ao domínio de ferramentas básicas de Informática, predominando alunos com conhecimentos de alguns ou vários aplicativos. O treinamento inicial sobre as ferramentas a serem utilizadas no curso levou em consideração os alunos que somente tinham noção de utilização de editor de texto, pois este é o perfil médio conhecido dos estudantes do curso, comprovado pelas respostas do questionário, que demonstram que não existe predominância de alunos com domínio avançado de informática.

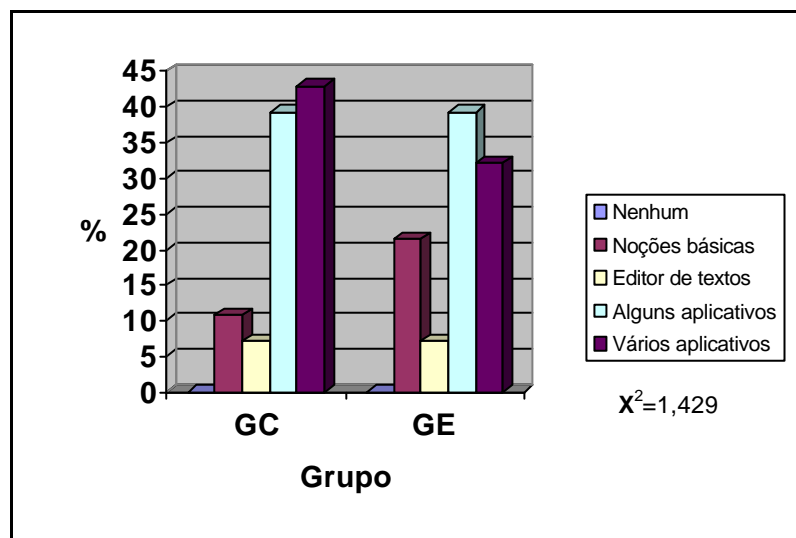


Gráfico 1 - Noções sobre Informática

Fonte: Pesquisador (2007).

5.1.1.3 Utilização prévia de software de simulação

Sob o aspecto utilização prévia de simuladores, o GC e o GE se equivalem. Um percentual médio de 30% já os utilizou, mas não necessariamente o EWB e para aprendizagem. A dificuldade de utilização do EWB, portanto, tende a ser a mesma entre os grupos (gráfico 2)

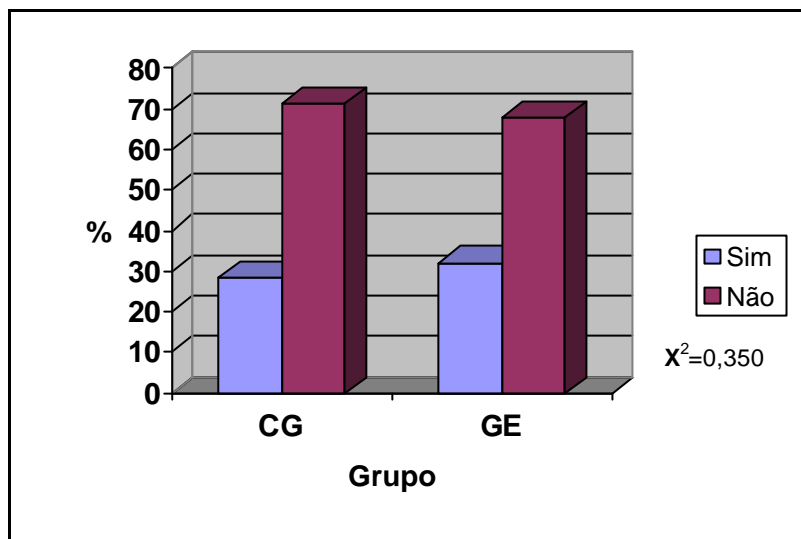


Gráfico 2 - Utilização prévia de simulador
Fonte: Pesquisador (2007).

5.1.1.4 Disponibilidade dos estudantes para os experimentos simulados

O gráfico 3 representa a disponibilidade semanal dos alunos para a execução dos experimentos propostos. Encontrou-se aqui uma diferença relevante de perfil entre os dois grupos. A disponibilidade dos alunos do turno da manhã é nitidamente maior do que a dos alunos da noite. A diferença destacável está, principalmente, no percentual de estudantes que dedicariam mais de quatro horas semanais para os experimentos. Aproximadamente 40% dos integrantes do grupo de controle teriam esta disponibilidade, contra menos de 15% dos participantes do grupo experimental.

Os alunos do noturno, que na maioria trabalham durante o dia (23 alunos), apresentaram um resultado esperado, porém também animador, pois, no mínimo, aproximadamente 50% teriam disponibilidade de até duas horas semanais para efetuarem os ensaios. O dimensionamento do tempo para execução das experiências era adequado. Como este era o tempo disponível fora da Universidade, teríamos ainda os horários das aulas em que os participantes eram dispensados das aulas presenciais da disciplina para desenvolverem seus experimentos no laboratório de informática da UTFPR. Esta diferença de disponibilidade não interferiu nos resultados, pois os alunos do turno da manhã, mesmo dispondo de maior tempo durante a semana, somente poderiam praticar seus experimentos nos horários programados de aula.

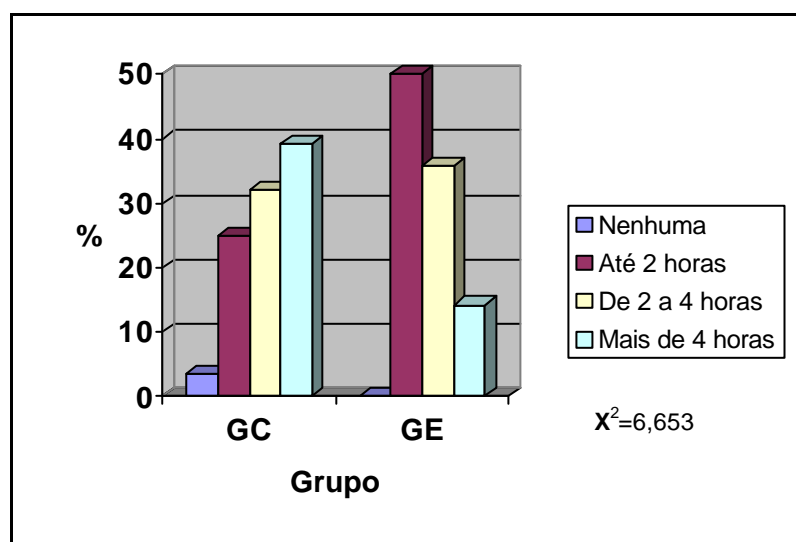


Gráfico 3 - Disponibilidade semanal dos estudantes

Fonte: Pesquisador (2007).

5.1.1.5 Simulação prévia de circuitos eletro-eletrônicos

As informações contidas no gráfico 4 demonstram igualdade entre GC e GE. Observa-se que a grande maioria dos participantes nunca havia participado de simulações de circuitos eletro-eletrônicos. Estas informações complementam as do gráfico 2.

Os aproximadamente 21% de alunos que já participaram de simulações nesta área são oriundos de cursos técnicos em que normalmente algumas demonstrações ou projetos são efetuados com o auxílio de simuladores.

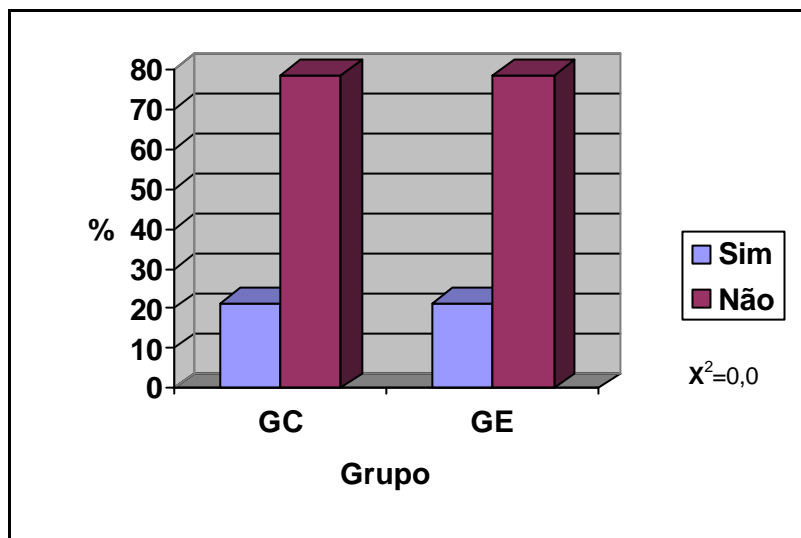


Gráfico 4 - Simulação prévia de circuitos eletro-eletrônicos

Fonte: Pesquisador (2007).

5.1.1.6 Utilização prévia de instrumentos de medição

A experiência anterior dos alunos com instrumentos reais poderia interferir nos resultados, mas o gráfico 5 demonstra que poucos participantes tiveram contato prévio com instrumentos de medição. A experiência anterior aparece aqui novamente num percentual médio de 30%. Os grupos, neste quesito, também são equivalentes.

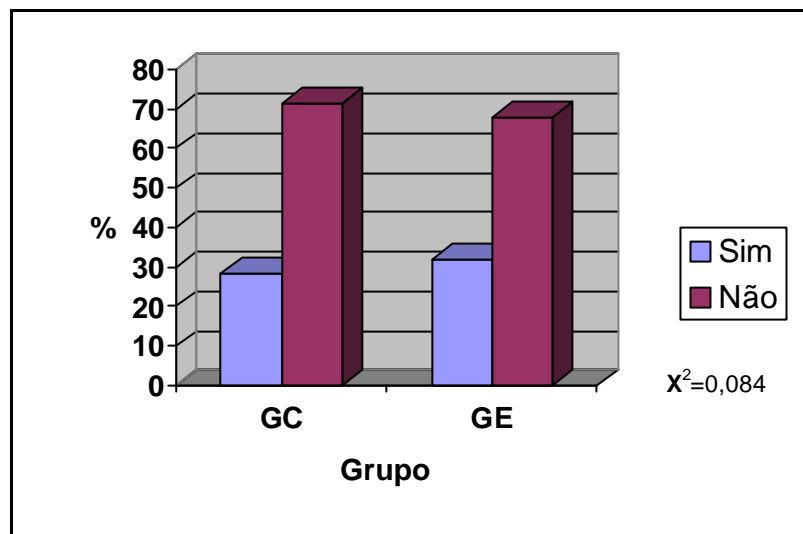


Gráfico 5 - Utilização prévia de instrumentos de medição
Fonte: Pesquisador (2007).

5.1.1.7 Realização prévia de práticas de laboratório de eletricidade

A experiência anterior dos estudantes em práticas de laboratórios (reais) poderia interferir no rendimento dos experimentos simulados, principalmente se houvesse uma diferença de perfil entre GC e GE, o que não se observa do gráfico 6. A aplicação dos pré-testes e pós-testes intercalados com os experimentos tende a minimizar a interferência deste percentual médio de 20% de estudantes com experiência anterior que, teoricamente, poderiam já prever os resultados dos experimentos a que foram submetidos.

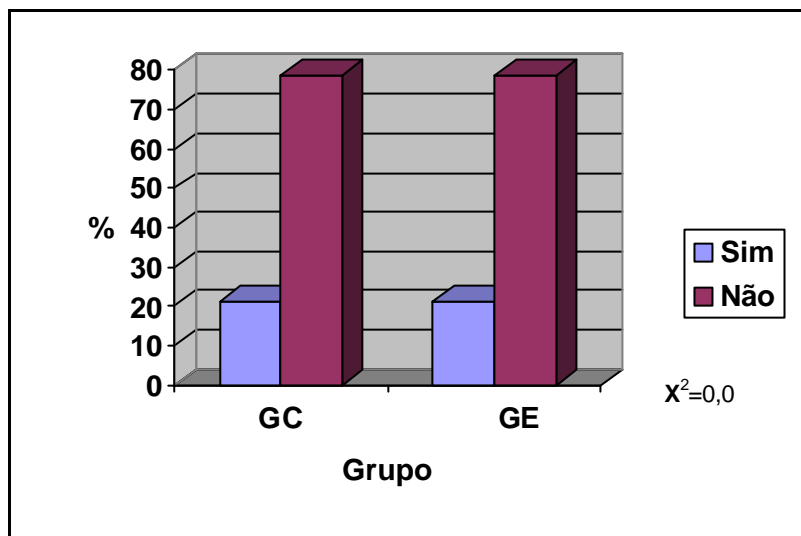


Gráfico6 - Realização prévia de práticas de laboratório de eletricidade
Fonte: Pesquisador (2007).

5.1.1.8 Curso anterior na área Eletroeletrônica

As informações contidas no gráfico 7 demonstram coerência com os gráficos anteriores, no que diz respeito à experiência anterior dos alunos envolvidos na pesquisa. Este percentual de alunos que já passaram por cursos na área eletroeletrônica, que varia numa faixa de 21% a 28%, tende, teoricamente a ter maior desempenho nos experimentos e testes. Como esta pesquisa estuda a variação do aprendizado comparando-se os pré-testes com os pós-testes, esta influência deve ser minimizada. Neste aspecto os dois grupos também são equivalentes.

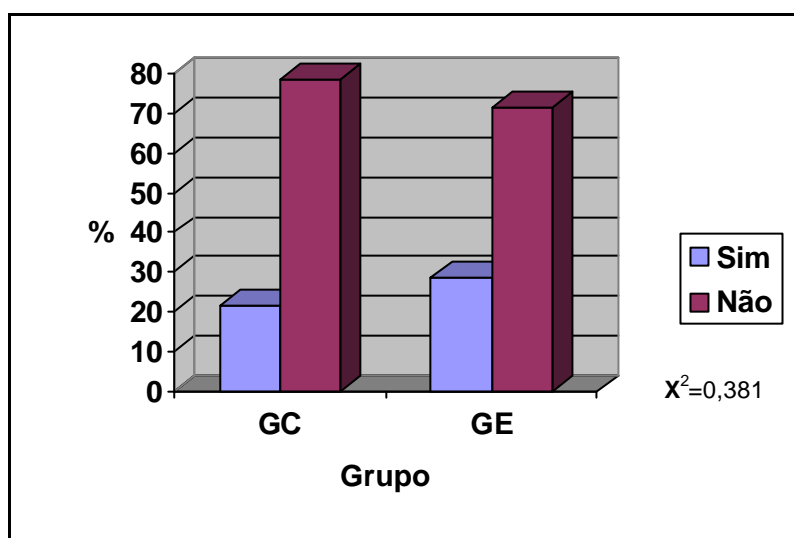


Gráfico 7 - Curso anterior na área Eletroeletrônica
 Fonte: Pesquisador (2007).

Após uma análise dos resultados da aplicação do questionário de sondagem inicial às turmas de GC e GE, da disciplina Introdução à Eletricidade, apresentados neste capítulo e dos escores do concurso vestibular, apresentados no item 4.3.2 do Capítulo 4, pôde-se concluir que a metodologia de pesquisa eleita como mais adequada no Capítulo 3 poderia ser aplicada, haja vista que a amostra adotada apresentava equivalências nos perfis, níveis de conhecimento e experiências anteriores na área e com simuladores.

As únicas diferenças encontradas entre os grupos são as relacionadas com a formação técnica anterior, de aproximadamente 7%, e de disponibilidade para as simulações, de aproximadamente 25%. Estas diferenças confirmaram o grupo do noturno como grupo experimental, ou seja, aquele que realmente testaria o modelo de gestão. Este grupo possui uma característica mais próxima do perfil geral do estudante brasileiro de Ensino a Distância,

com pouca disponibilidade durante o dia para estudos em virtude de suas atividades profissionais (SANCHEZ, 2005).

5.1.2 Disciplina Circuitos Elétricos

Serão apresentados aqui os resultados da aplicação do questionário de sondagem inicial nas turmas da disciplina Circuitos Elétricos, do segundo período do Curso Superior de Tecnologia em Comunicação Digital. Inicialmente convencionou-se como Grupo de Controle a turma da manhã, com 26 alunos, e como Grupo Experimental a turma da noite, com 24 alunos, totalizando para este experimento 50 alunos matriculados no início do semestre letivo.

Estes dois grupos de alunos já possuíam uma maturidade bem diferenciada dos alunos de Introdução à Eletricidade. Por estarem no segundo período do curso, os alunos de Circuitos Elétricos já haviam cursado uma disciplina básica de informática, além da própria disciplina Introdução à Eletricidade. Neste caso, as principais conclusões esperadas dos resultados da aplicação do questionário foram as relativas à homogeneidade entre GC e GE.

5.1.2.1 Disponibilidade de computador com acesso à Internet

Assim como para os alunos do primeiro período, 100% dos alunos do segundo período envolvidos na pesquisa possuíam disponibilidade de computadores com acesso à Internet. Também para este grupo experimental, foi reservado um laboratório de Informática, com computadores conectados à Internet e as ferramentas necessárias instaladas nas dependências do Departamento Acadêmico de Eletrônica da UTFPR para que efetuassem livremente seus experimentos.

5.1.2.2 Utilização prévia de software de simulação

No gráfico 8 aparece uma disparidade grande entre GC e GE. Na turma da manhã, 88,% dos alunos já haviam utilizado simuladores, contra 62,5% do GE. Esta experiência anterior do grupo matutino deve-se ao fato de terem sido submetidos a aplicações anteriores, no primeiro período, mas não somente com o software EWB. O GC, com maior experiência, não utilizou o software EWB nesta pesquisa, pois suas tarefas foram programadas com instrumentos de laboratório presencial. De qualquer forma, foi programada a aula e o tutorial para toda a turma do GE, considerando-se que todos os alunos necessitavam de capacitação inicial, desde os conceitos básicos do EWB.

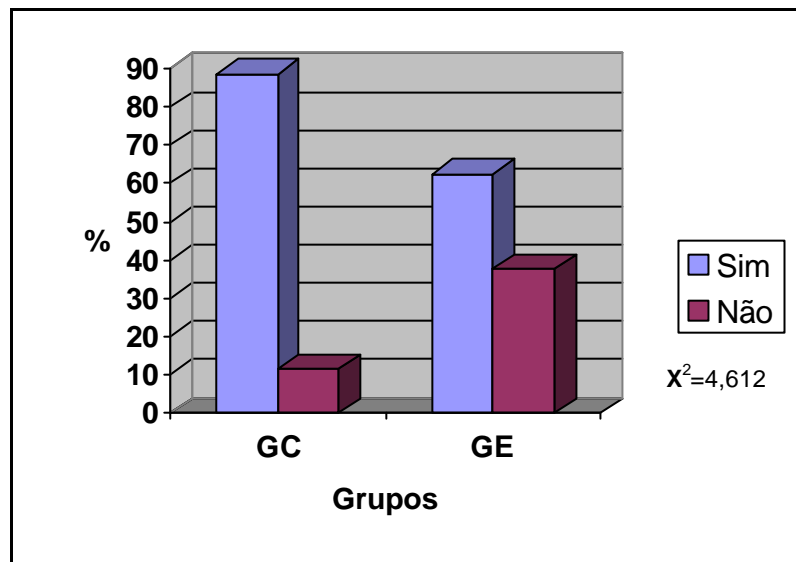


Gráfico 8 - Utilização prévia de software de simulação
Fonte: Pesquisador (2007).

5.1.2.3 Disponibilidade dos estudantes para os experimentos simulados

A análise do gráfico 9 demonstrou a equivalência entre os grupos, muito embora esta informação não fosse relevante para o GC, pois não fariam experimentos simulados. A informação mais relevante é a de que 37,5% dos alunos do GE teriam apenas disponibilidade semanal de até duas horas para os experimentos fora da UTFPR. As tarefas foram, programadas, portanto, levando-se em consideração esta disponibilidade, com a existência ainda de uma folga relativa às três horas semanais da própria disciplina no turno da noite, que poderiam ser utilizadas para os ensaios.

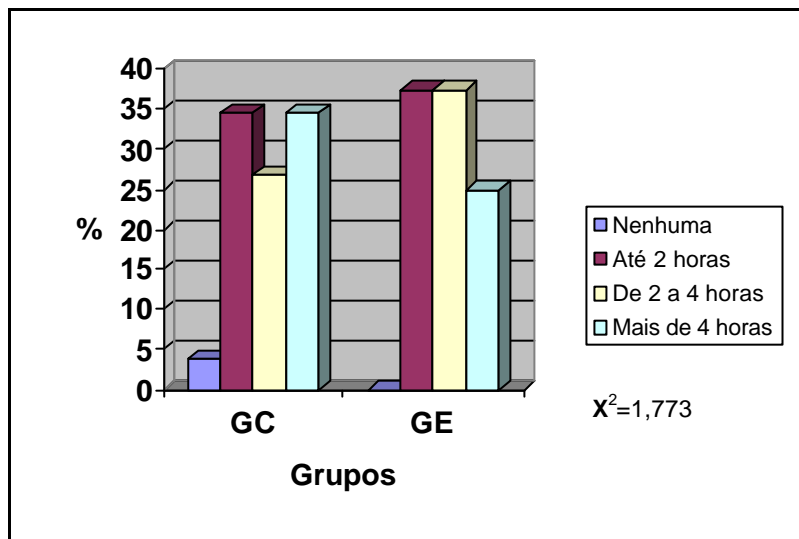


Gráfico 9 - Disponibilidade semanal dos estudantes

Fonte: Questionário de sondagem elaborado pelo autor.

5.1.2.4 Simulação prévia de circuitos eletroeletrônicos

O gráfico 10 sinalizou uma experiência prévia dos dois grupos na simulação de circuitos eletroeletrônicos. Nas disciplinas do primeiro período, os professores optavam por utilizar o software EWB para simulações individuais, por parte dos alunos, ou como demonstração geral, para toda a turma. Esta experiência anterior não significa que foram efetuados experimentos com fins de aprendizagem a distância, como o que aconteceu nesta pesquisa.

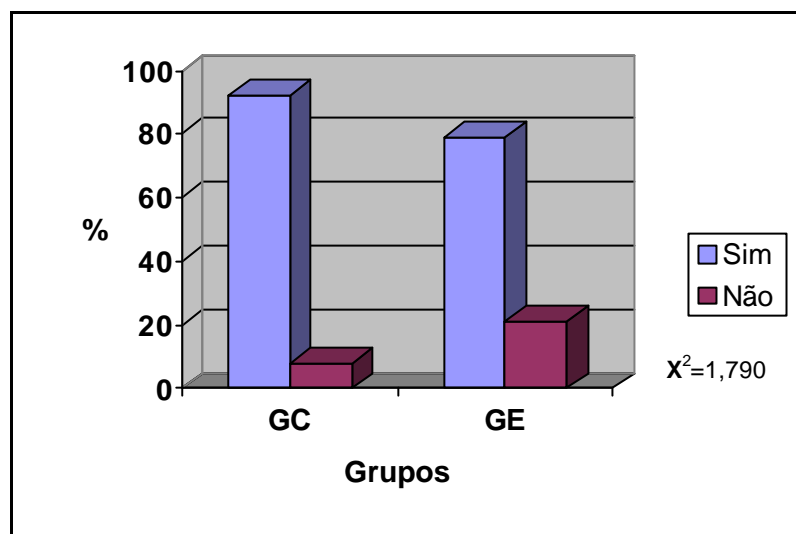


Gráfico 10 - Simulação prévia de circuitos eletroeletrônicos

Fonte: Questionário de sondagem elaborado pelo autor.

5.1.2.5 Curso anterior na área Eletroeletrônica

Durante a aplicação do questionário de sondagem, foi solicitado aos alunos que considerassem como cursos anteriores na área apenas aqueles frequentados fora da Universidade, para que não julgassem as disciplinas do primeiro período como cursos anteriores.

O gráfico 11 demonstra a equivalência entre os grupos e, assim como nos procedimentos metodológicos da pesquisa aplicada aos grupos de Introdução à Eletricidade, a comparação entre os resultados dos pós-testes e dos pré-testes minimizou a eventual interferência dos conhecimentos anteriormente adquiridos pelos alunos.

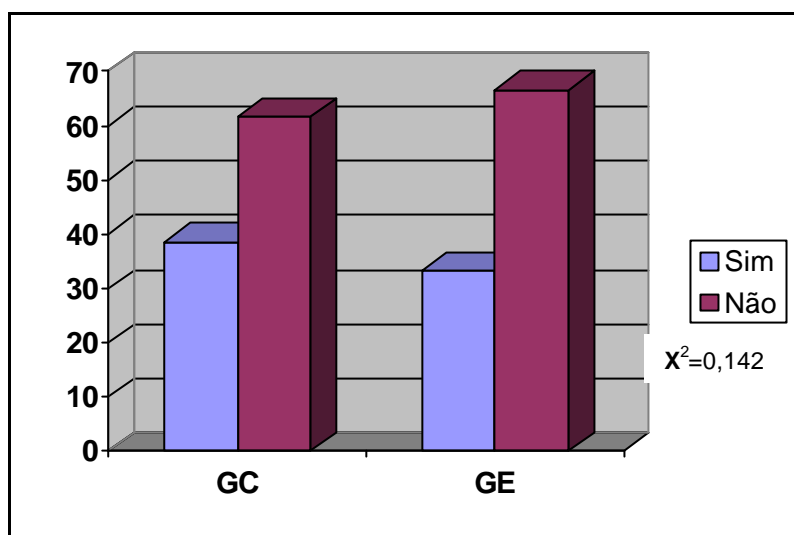


Gráfico 11 - Curso anterior na área Eletroeletrônica

Fonte: Pesquisador (2007).

O questionário de sondagem inicial demonstrou que não existem diferenças relevantes entre os grupos de controle e experimental da disciplina Circuitos Elétricos, confirmando o estudo feito no item 4.3.2 desta pesquisa, tanto pela comparação dos coeficientes de rendimento como das médias na disciplina anterior dos alunos. Também ficou confirmado o grupo do turno da noite como o mais adequado para a experimentação com simuladores, pela disponibilidade mais homogênea e pelo perfil mais próximo ao dos alunos de Ensino a Distância brasileiros (SANCHEZ, 2005).

5.2 RESULTADOS DOS EXPERIMENTOS – PRIMEIRA PRÁTICA

Serão descritos aqui os resultados dos pré-testes e pós-testes, intercalados com todos os experimentos efetuados, tanto pelos grupos de controle, em laboratório presencial, como nos simulados, nos grupos experimentais das duas disciplinas escolhidas.

As habilidades e conhecimentos prévios são avaliados e comparados, com o auxílio de gráficos que demonstram simultaneamente resultados individuais dos pré-testes e pós-testes, constatando a evolução da aprendizagem dos grupos de controle e experimentais

separadamente. A representação gráfica somente dos pós-testes será igualmente apresentada, com a finalidade de se comparar o nível de aprendizagem final atingido pelo GC e GE.

Com o auxílio de planilha de cálculo, foram atribuídas notas e calculadas médias tanto para as habilidades práticas como para os conhecimentos adquiridos, conforme variáveis dependentes relacionadas no item 4.3.2. Foram atribuídas pelo professor notas para as habilidades adquiridas (anexo 9), variando de 1 a 5, conforme relação de notas e conceitos constantes no quadro 13. Para as provas de conhecimentos adquiridos as notas variaram de 0 a 10,0.

| Nota | Conceito |
|-------------|-----------------|
| 1 | Ruim |
| 2 | Não aceitável |
| 3 | Aceitável |
| 4 | Bom |
| 5 | Muito bom |

Quadro 13 - Relação entre notas e conceitos

Fonte: Pesquisador (2007).

5.2.1 Disciplina Introdução à Eletricidade

Os resultados da avaliação das habilidades e conhecimentos dos grupos GC e GE serão apresentados neste item. Observou-se nos pré-testes que os alunos dos dois grupos tinham dificuldades, tanto com os instrumentos de medição reais como com os simulados.

Na época dos pré-testes, estes alunos de primeiro período ainda tinham uma bagagem de conhecimentos bem restrita e absolutamente teórica.

5.2.1.1 Pré-testes dos grupos de controle e experimental

Analisando-se o quadro 14 e o gráfico 12, constata-se a equivalência de nível de conhecimento e de habilidades prévias adquiridas pelos dois grupos. Até o momento da aplicação destes pré-testes, os conceitos apresentados aos estudantes ao longo do seu primeiro semestre de curso eram essencialmente teóricos. Isto justifica a baixa média em habilidades e uma média boa na prova de conhecimentos.

| Variável dependente | GC | GE |
|--|-------|-------|
| Montagem de circuitos | 3,07 | 3,14 |
| Uso de instrumentos de medição | 2,86 | 2,82 |
| Identificação de falhas nos circuitos | 2,61 | 2,57 |
| Identificação de limites de componentes e instrumentos | 2,54 | 2,54 |
| Controle de circuitos | 1,86 | 1,93 |
| Interpretação de resultados | 2,14 | 2,29 |
| Relacionamento teoria e prática | 2,00 | 2,18 |
| Análise crítica | 1,79 | 1,86 |
| Prova de conhecimentos | 6,164 | 6,239 |

Quadro 14 - Médias do pré-teste

Fonte: Pesquisador (2007).

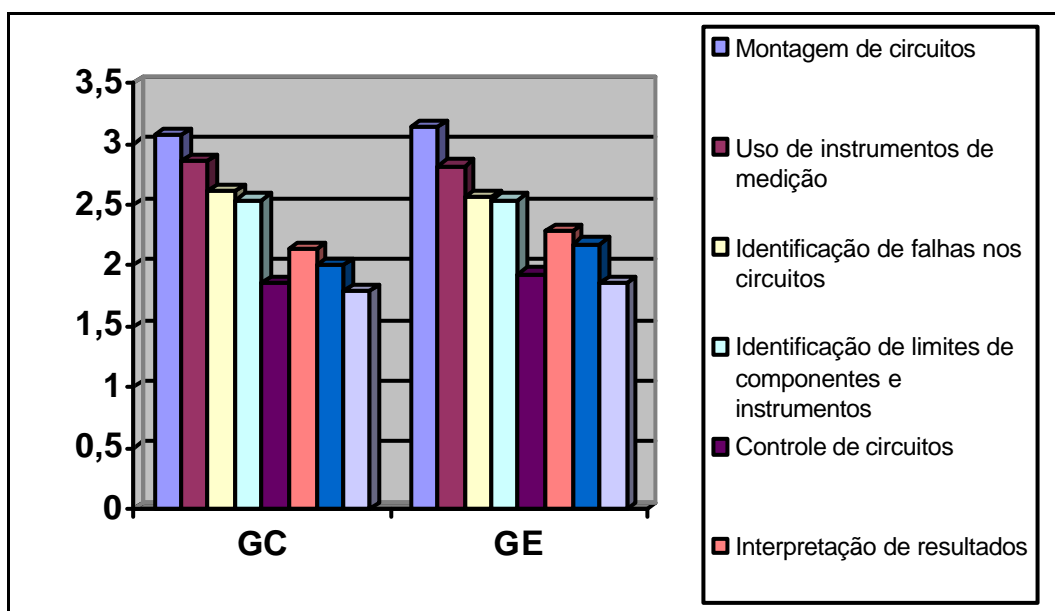


Gráfico 12 - Médias dos pré-testes

Fonte: Pesquisador (2007).

5.2.1.2 Evolução do grupo de controle

O grupo de estudantes pertencentes ao grupo de controle atuou somente com experimentos em laboratório presencial. O desenvolvimento desta turma aconteceu dentro dos padrões tradicionais de ensino teórico e prático adotado pelo Departamento Acadêmico de Eletrônica da UTFPR. Apenas foram incrementados à programação desta disciplina os pré-testes, normalmente não aplicados.

Observa-se, pela análise do quadro 15 e do gráfico 13, evolução no GC tanto nas médias das habilidades quanto na prova de conhecimentos, resultado do aprendizado adquirido pelo método tradicional desenvolvido entre o pré-teste e o pós-teste. No pré-teste, sete das oito habilidades estavam com médias abaixo do aceitável. Todas demonstraram evolução para a faixa de aceitável a bom.

| Variável dependente | Média Pré-Teste | Média Pós-teste |
|--|-----------------|-----------------|
| Montagem de circuitos | 3,07 | 4,41 |
| Uso de instrumentos de medição | 2,86 | 4,04 |
| Identificação de falhas nos circuitos | 2,61 | 3,74 |
| Identificação de limites de componentes e instrumentos | 2,54 | 3,33 |
| Controle de circuitos | 1,86 | 2,74 |
| Interpretação de resultados | 2,14 | 3,41 |
| Relacionamento teoria e prática | 2,00 | 3,26 |
| Análise crítica | 1,79 | 2,78 |
| Prova de conhecimentos | 6,164 | 7,259 |

Quadro 15 - Evolução do grupo de controle

Fonte: Pesquisador (2007).

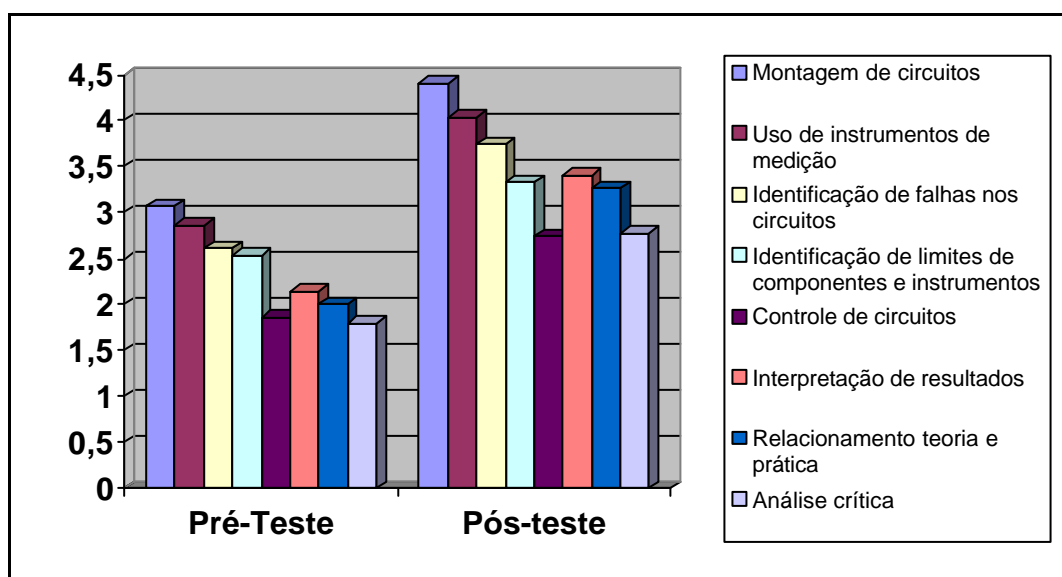


Gráfico 13 - Evolução do grupo de controle

Fonte: Pesquisador (2007).

5.2.1.3 Evolução do grupo experimental

Esta análise a partir do quadro 16 e do gráfico 14 apresentou conclusões bem otimistas a respeito do método de ensino-aprendizagem e do modelo de gestão adotado, pois as habilidades evoluíram de categorias não aceitável a aceitável, assim como de não aceitável para bom. Destaca-se o resultado da prova de conhecimentos, em que a evolução foi de 30%.

Percebeu-se um crescimento acima do esperado, por se tratar de um método novo de aprendizagem, sem instrumentos reais e sem a presença constante do professor durante os experimentos. As simulações efetuadas pelos estudantes não só proporcionaram um acréscimo de habilidades como de conhecimento.

O protocolo adotado na codificação e no trâmite dos arquivos “.ewb” foi muito satisfatório, assim como a utilização simultânea do ambiente de aprendizagem com o simulador e as mensagens via *e-mail*.

Em algumas etapas iniciais dos experimentos concluiu-se, pelo volume de mensagens com dúvidas dos alunos, que deveriam ter ocorrido algumas demonstrações em tempo real via PARLA, utilizando-se a ferramenta de compartilhamento de tela.

| Variável dependente | Média Pré-Teste | Média Pós-teste |
|--|----------------------------|----------------------------|
| Montagem de circuitos | 3,14 | 4,50 |
| Uso de instrumentos de medição | 2,82 | 4,29 |
| Identificação de falhas nos circuitos | 2,57 | 3,98 |
| Identificação de limites de componentes e instrumentos | 2,54 | 3,64 |
| Controle de circuitos | 1,93 | 3,29 |
| Interpretação de resultados | 2,29 | 3,71 |
| Relacionamento teoria e prática | 2,18 | 3,57 |
| Análise crítica | 1,86 | 3,25 |
| Prova de conhecimentos | 6,239 | 8,089 |

Quadro 16 - Evolução do grupo experimental

Fonte: Pesquisador (2007).

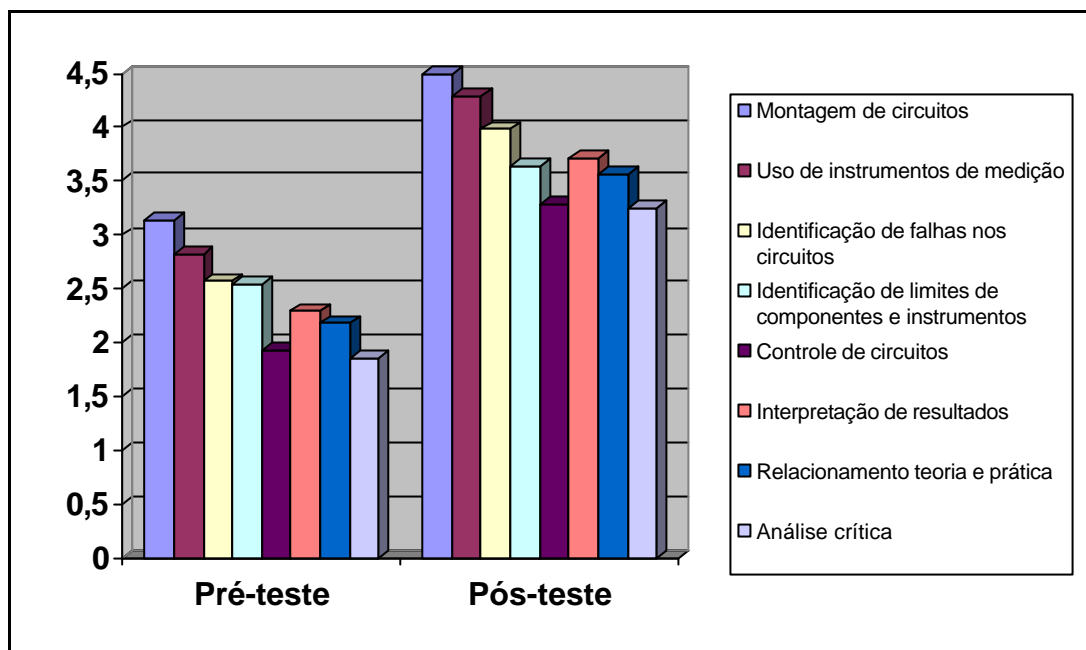


Gráfico 14 - Evolução do grupo experimental

Fonte: Pesquisador (2007).

5.2.1.4 Comparação entre os pós-testes

Muito embora os experimentos do GC e GE tenham sido desenvolvidos em ambientes e com ferramentas totalmente distintos, observou-se que ambos os grupos alcançaram praticamente os mesmos patamares de habilidades e conhecimentos (quadro 17 e gráfico 15). O GE tendeu para resultados com médias maiores do que as do GC nos testes de habilidades. Já na prova de conhecimento, o GE apresentou média 10% maior do que a do GC.

A expectativa para este resultado era de que os patamares atingidos fossem iguais. O resultado foi considerado muito bom, pois houve folga para mais nos resultados do GE. Este estudo confrontou duas metodologias e dois modelos de gestão, o tradicional presencial e o modelo proposto a distância. Caso não se tivesse adotado a metodologia de pesquisa com grupo de controle, ter-se-ia apenas observado a evolução do grupo experimental, sem um parâmetro de comparação se este crescimento foi aceitável ou não.

| Variável dependente | Média GC | Média GE |
|--|----------|----------|
| Montagem de circuitos | 4,41 | 4,50 |
| Uso de instrumentos de medição | 4,04 | 4,29 |
| Identificação de falhas nos circuitos | 3,74 | 3,89 |
| Identificação de limites de componentes e instrumentos | 3,33 | 3,64 |
| Controle de circuitos | 2,74 | 3,29 |
| Interpretação de resultados | 3,41 | 3,71 |
| Relacionamento teoria e prática | 3,26 | 3,57 |
| Análise crítica | 2,78 | 3,25 |
| Prova de conhecimentos | 7,259 | 8,089 |

Quadro 17 - Comparação entre os pós-testes

Fonte: Pesquisador (2007).

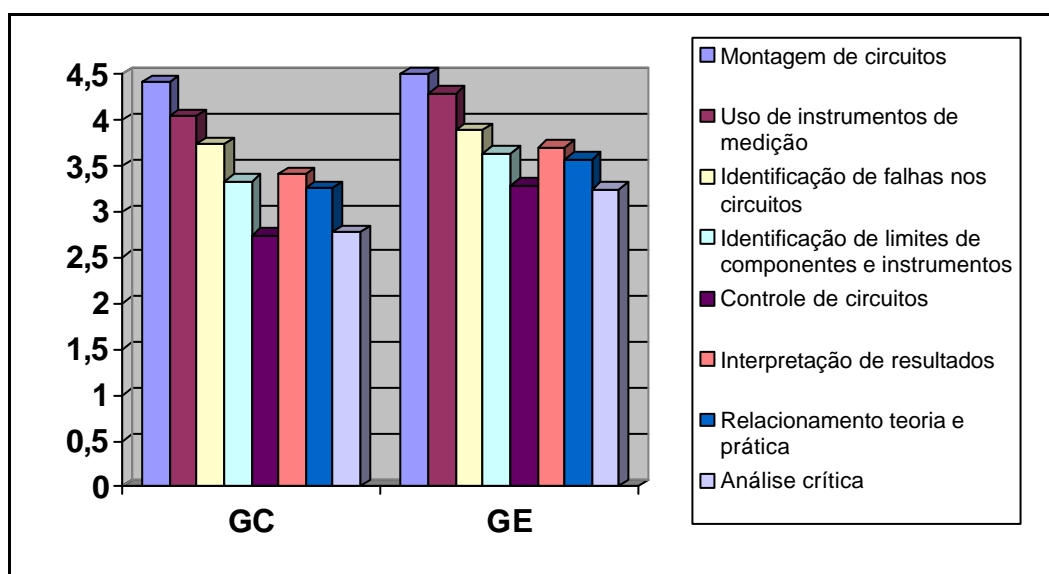


Gráfico 15 - Comparação entre os pós-testes

Fonte: Pesquisador (2007).

5.2.1.5 Comparação entre os grupos sem os alunos que já cursaram Eletroeletrônica

Como todos os alunos, independentemente de suas experiências anteriores, participaram dos experimentos e também foram contabilizados nas estatísticas aqui apresentadas, pode-se afirmar que houve ambientes naturais de pesquisa.

Apenas para testar uma hipótese, a da interferência de formações anteriores dos alunos na área eletroeletrônica, optou-se por uma interferência na amostragem, retirando-se do cômputo os estudantes que afirmaram tal formação. A amostra normal era de GC=27 e GE=27 e passou a ser de GC=21 e GE=20 alunos.

A análise do quadro 18 e do gráfico 16 demonstrou que esta preocupação não procede, pois praticamente não houve alteração nas médias dos resultados do GC e GE. Além disso, o fato de serem aplicados pré-testes e pós-testes em ambos os grupos, para todos os alunos indiscriminadamente, garantia a análise da evolução média dos estudantes partindo dos seus níveis iniciais, nos quais estes alunos com formação prévia pouco demonstraram conhecimentos relevantes acima da média e, se demonstrassem, contribuiriam tanto na média inicial como na final, proporcionalmente. Partindo-se desta conclusão, outras possíveis interferências, tais como experiência anterior com simuladores e com instrumentos, foram analisadas numericamente e consideradas irrelevantes.

| Variável dependente | Média GC | Média GE |
|--|-----------------|-----------------|
| Montagem de circuitos | 4,29 | 4,45 |
| Uso de instrumentos de medição | 4,00 | 4,15 |
| Identificação de falhas nos circuitos | 3,67 | 3,85 |
| Identificação de limites de componentes e instrumentos | 3,29 | 3,55 |
| Controle de circuitos | 2,62 | 3,20 |
| Interpretação de resultados | 3,29 | 3,60 |
| Relacionamento teoria e prática | 3,19 | 3,50 |
| Análise crítica | 2,71 | 3,10 |
| Prova de conhecimentos | 7,190 | 8,075 |

Quadro 18 - Comparação sem alunos que já cursaram Eletroeletrônica

Fonte: Pesquisador (2007).

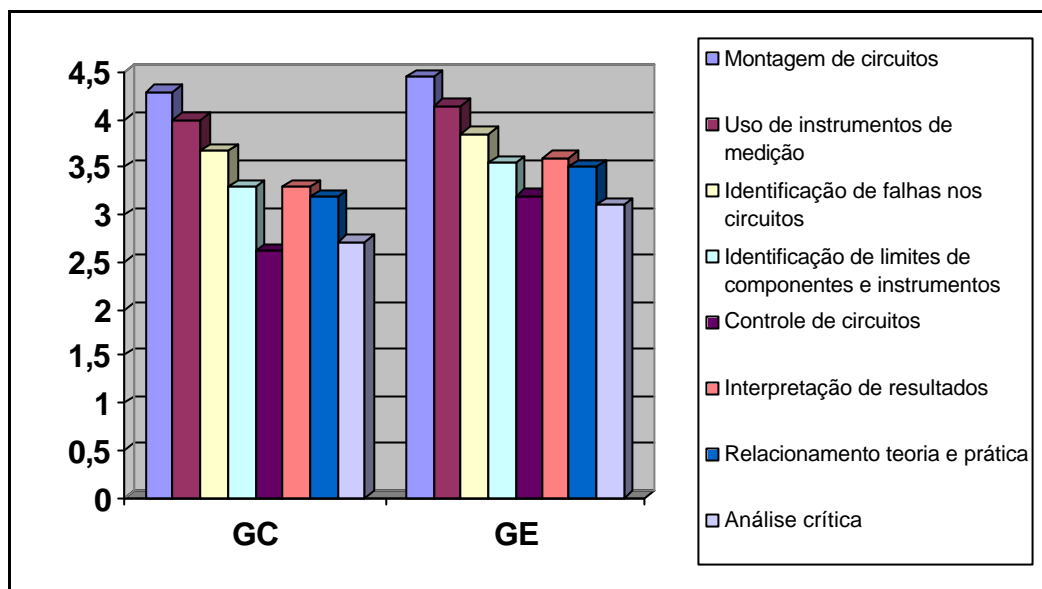


Gráfico 16 - Comparação entre os grupos sem os alunos que já cursaram Eletroeletrônica
 Fonte: Pesquisador (2007).

Uma contribuição importante ao modelo de gestão do curso surgiu a partir dos resultados e observações dos experimentos e do trâmite de informações relativos à primeira prática da disciplina Introdução à Eletricidade. Várias habilidades, principalmente as de análise crítica, relacionamento teoria e prática e interpretação de resultados, podem ser aprimoradas com a inclusão, no modelo, de um fórum eletrônico de discussão mantido permanentemente para todas as práticas, e não somente para os ensaios mais complexos ou trabalhosos.

5.2.2 Disciplina Circuitos Elétricos

Ao longo do mesmo período em que se desenvolveram os experimentos com a disciplina Introdução à Eletricidade, foram efetuados os ensaios relativos à disciplina Circuitos Elétricos. O modelo de gestão de curso e os procedimentos metodológicos adotados foram os mesmos para os alunos das duas disciplinas. A diferença apenas ocorreu na elaboração das tarefas e, naturalmente, no conteúdo abordado.

Como os estudantes já possuíam a base do primeiro semestre do curso, mesmo as tarefas da primeira prática puderam ser programadas com a exigência de um nível bem superior ao da outra disciplina.

Os gráficos apresentados neste item demonstraram comportamentos muito semelhantes ao relatados no item 5.2.1. Observa-se apenas a diferença nos patamares iniciais das médias dos pré-testes, justificável pela bagagem diferenciada dos alunos de Circuitos

Elétricos, tanto teórica como prática. Os alunos cujos resultados foram apresentados no item anterior demonstraram pouquíssimo conhecimento teórico e prático nos pré-testes, justificável por serem alunos recém-ingressados na Universidade.

Constatou-se que os resultados de evolução e comparações foram muito semelhantes aos anteriormente apresentados, referentes à disciplina Introdução à Eletricidade, de acordo com os gráficos 17, 18, 19 e 20, referentes à disciplina Circuitos Elétricos.

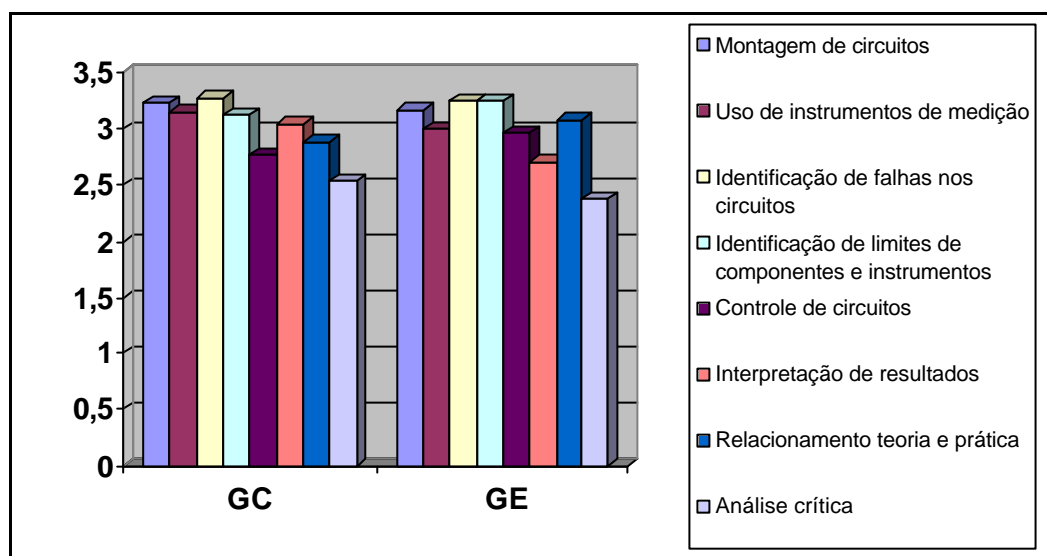


Gráfico 17 - Resultado dos pré-testes

Fonte: Pesquisador (2007).

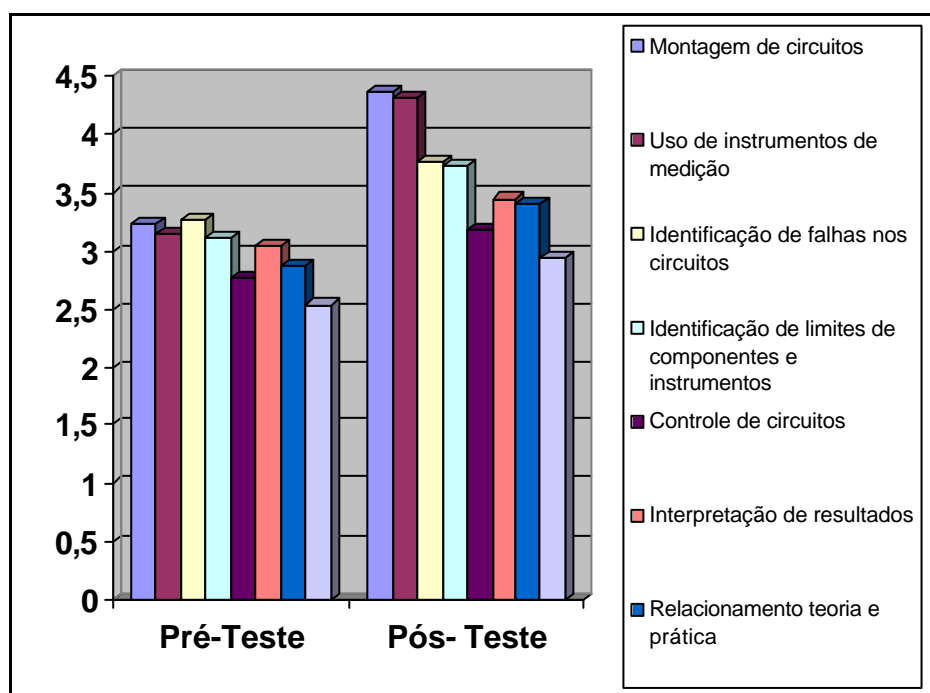


Gráfico 18 - Evolução do grupo de controle

Fonte: Pesquisador (2007).

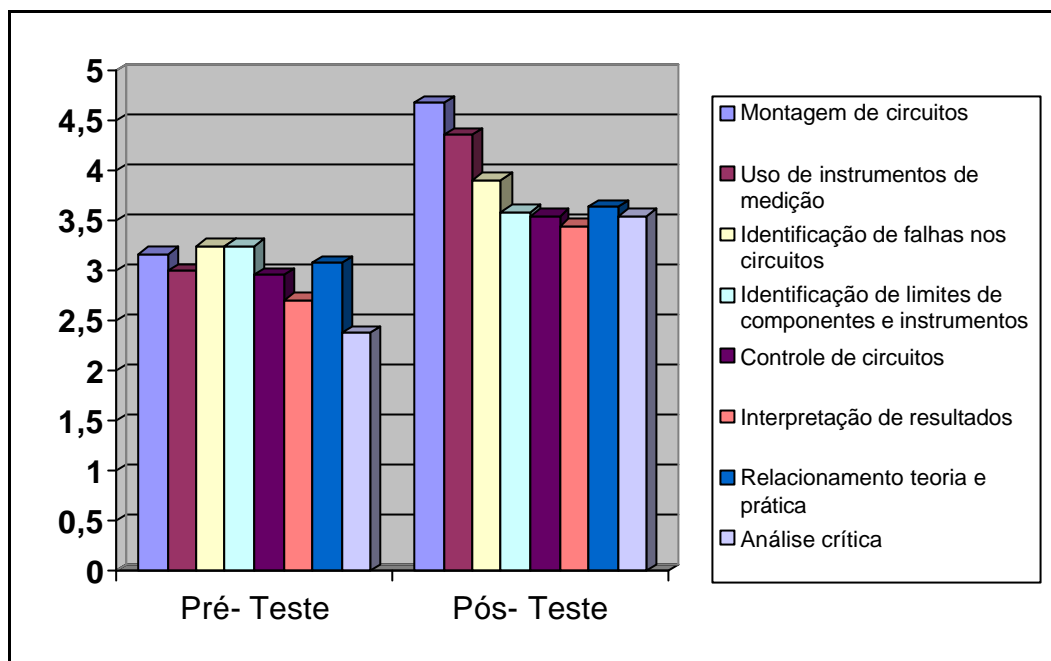


Gráfico 19 - Evolução grupo experimental

Fonte: Pesquisador (2007).

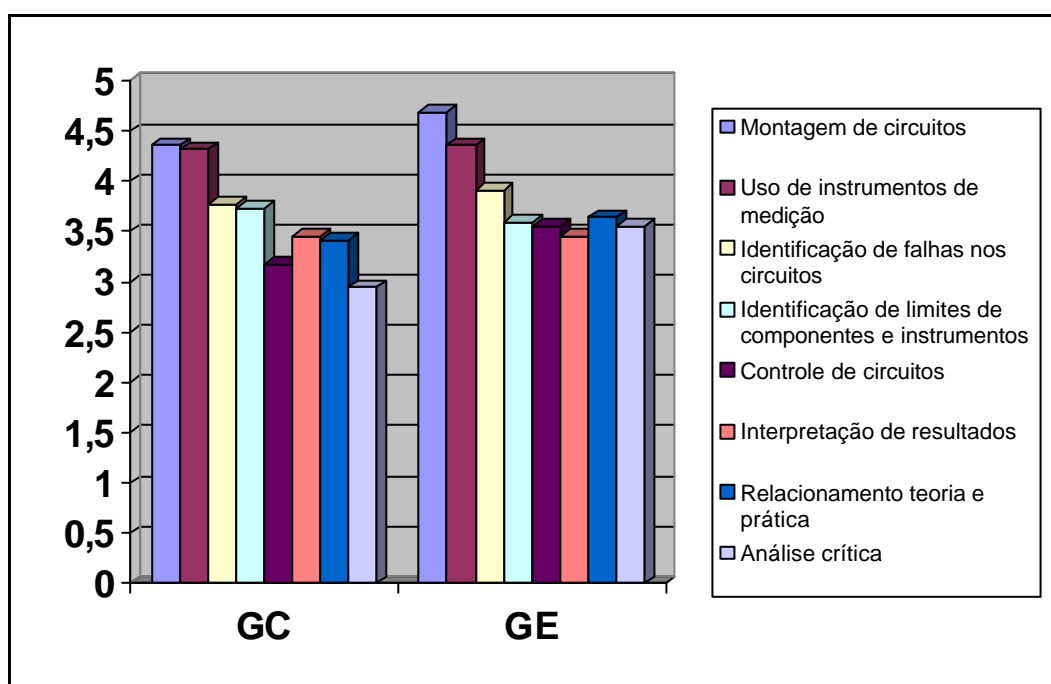


Gráfico 20 - Comparação dos pós-testes

Fonte: Pesquisador (2007).

5.3 RESULTADOS DOS EXPERIMENTOS – SEGUNDA PRÁTICA

Conforme explicitado no capítulo 4, da pesquisa preliminar para a pesquisa principal aprimorou-se o modelo do curso com a inclusão do fórum eletrônico de discussão do e

Proinfo, além de outras tecnologias de comunicação síncrona e assíncrona. Coube, portanto, a experimentação envolvendo estes recursos, gerando uma segunda prática para as duas disciplinas.

Esta prática foi planejada para ser composta por tarefas mais avançadas (anexo 8) que envolvessem, além de maior conhecimento teórico, maior necessidade de raciocínios e debates entre os estudantes e entre eles e o professor.

Nesta etapa, todos os recursos do modelo passaram a ser utilizados simultaneamente, demandando uma participação muito mais intensa do professor, que imergiu nos fóruns de todas as equipes das duas disciplinas, além da comunicação individual que não cessou em momento algum.

Além das diversas intervenções, nesta etapa constatou-se a necessidade de mais um ator no processo de gestão do curso, que seria o equivalente a um monitor que operasse as TIC, configurando-as de acordo com a demanda e dando o suporte necessário aos alunos. Esta tarefa foi desempenhada pelo próprio professor ao longo desta pesquisa.

Conforme já explicitado anteriormente, os trabalhos colaborativos desta etapa da pesquisa incluíram tarefas individuais dos alunos em seus simuladores individuais com trocas de arquivos “*.ewb*” via *e-mail* entre os integrantes das equipes e entre eles e o professor. Os problemas foram planejados em forma de desafio, descrito nas tarefas, de forma que houvesse grande discussão em torno do tema, estimulando-se as múltiplas simulações. Aqui foi testado um modelo bem diferenciado do tradicional presencial, haja vista que as diversas TIC foram utilizadas de forma complementar, entre si e com relação ao simulador, permitindo a realização de mais experimentos. Em laboratórios normais estes experimentos ficariam inviáveis financeiramente e sob o aspecto do agendamento de suas utilizações.

Durante o desenvolvimento deste trabalho colaborativo, foi possível se observar toda a movimentação de informações, contendo arquivos de simulações e textos. Com ajuda dos recursos administrativos do e-Proinfo, as estatísticas da efetiva participação no fórum e acessos gerais dos alunos às informações foram monitoradas.

5.3.1 Disciplina Introdução à Eletricidade

O grupo experimental de 26 alunos foi dividido em 6 equipes com tarefas e projetos distintos para serem resolvidos. Os valores dos componentes das tarefas também foram diferenciados para garantir a experimentação individualizada.

Durante o desenvolvimento das tarefas, com o auxílio da imersão do professor nos fóruns de discussão de todas as equipes, elaborou-se uma planilha de atribuição de conceitos que variavam de 1 a 5, cujas médias obtidas pela observação das habilidades e ações das equipes são aqui apresentadas

5.3.1.1 Resultados do trabalho colaborativo

Na tabela 4 são apresentadas as médias das equipes, obtidas a partir das notas individuais de cada aluno. Consideraram-se as intervenções de cada aluno no fórum e a constatação do resultado de suas simulações prévias.

Tabela 4 - Médias da avaliação do desempenho das equipes

| Habilidades | Equipe 1 | Equipe 2 | Equipe 3 | Equipe 4 | Equipe 5 | Equipe 6 |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Compreensão dos problemas | 3,50 | 4,00 | 4,00 | 3,50 | 3,25 | 4,00 |
| Desenvolvimento do projeto | 3,25 | 4,00 | 4,00 | 3,50 | 3,25 | 4,00 |
| Qualidade das intervenções | 2,50 | 4,00 | 4,00 | 3,50 | 3,25 | 3,75 |
| Aplicação dos conceitos teóricos | 3,50 | 4,00 | 3,75 | 3,50 | 3,25 | 3,75 |
| Interpretação dos resultados | 3,25 | 3,75 | 3,75 | 3,50 | 3,25 | 3,75 |
| Conclusões | 2,75 | 4,00 | 3,75 | 3,50 | 3,25 | 3,75 |

Fonte: Pesquisador (2007).

Com exceção da equipe 1, todas as equipes tiveram as habilidade avaliadas como aceitáveis. A análise das intervenções e dos efeitos dos resultados individuais obtidos pelos alunos nos resultados finais muitas vezes aconteceu de forma subjetiva porém, tanto a análise qualitativa como a quantitativa foram positivas para o modelo de gestão empregado, comprovando que o mesmo estimulou uma participação muito maior do que a participação nos modelos tradicionais.

As médias gerais do grupo todo (GE), para uma comparação de desempenho nas diversas habilidades, são apresentadas no gráfico 21.

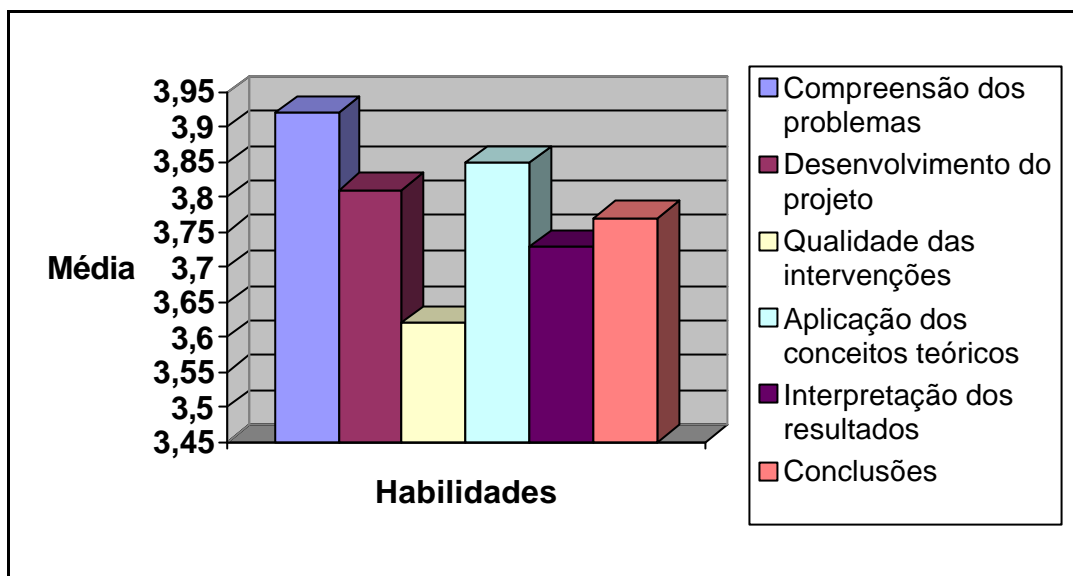


Gráfico 21 - Média gerais das equipes do grupo experimental

Fonte: Pesquisador (2007).

Este tipo de experimento colaborativo necessita da intervenção permanente do professor, na correção do rumo das equipes, na moderação dos diálogos e na motivação para a participação. No modelo de gestão proposto é o próprio professor quem desempenha este papel, e as intervenções observadas durante o desenvolvimento das tarefas em equipes demonstraram que, ao contrário de outros modelos de gestão de cursos a distância, não seria adequado este papel ser desempenhado por tutores ou monitores sem a formação específica na área. Além disso, é o próprio professor – que elabora as tarefas e possui claramente os objetivos da disciplina – quem terá as melhores condições de nortear e/ou conduzir as equipes e os alunos aos resultados esperados.

A qualidade das intervenções dos alunos, em equipe, com a imersão do professor no fórum, são exemplificadas no quadro 19, que foi extraído do ambiente e-Proinfo durante o desenvolvimento dos experimentos.

| | |
|-------------------|--|
| Data envio | 11/02/2006 14:52 |
| Texto | <p>Analisando o circuito 2, e comparando ao primeiro, as únicas coisas que pude perceber é que: No primeiro a tensão na fonte de corrente de 3A era de 87,37V e no segundo, passa a ser 37,37V</p> <p>No primeiro, a tensão sobre o resistor de 33 Ohms era 33V (ou seja, sua resistência era realmente de 33 Ohms, pois a corrente que passa por ele é de 1A), porém no segundo circuito a voltagem passa a ser 1uV.</p> <p>Pela fórmula $U=Rx I$, e vendo que as correntes não foram alteradas, leva a crer que houve uma mudança na resistência interna desses elementos, vocês concordam? Alguém achou mais alguma coisa?</p> <p style="text-align: right;">Marcel -PR Argumentação</p> |
| Data envio | 11/02/2006 17:29 |
| Texto | <p>Quanto ao circuito 2, o Marcel está no caminho certo. Vocês têm que comprovar através das medições de tensões e correntes no circuito para chegar às conclusões de defeitos. É preciso medir no circuito e constatar os erros. Como consequência, vocês descobrem quais são os problemas. Comproven isso através das medições e exponham no fórum para que fique claro. Após, corrijam os erros que constatarem e vejam se o circuito fica igual ao primeiro. Todos os membros da equipe devem concordar com a solução dada, ou então expor suas dúvidas. Usem o fórum pra qualquer decisão. Neste ambiente deve ficar claro qual foi a solução que a equipe deu ao problema. Falta pouco pra terminar, vamos lá pessoal!!!!</p> <p style="text-align: right;">Professor Solicitação</p> |
| Data envio | 12/02/2006 14:17 |
| Texto | <p>Estou com dificuldades para o calculo teórico.</p> <p>É para calcular com todas as fontes, certo?</p> <p>Alguém por favor entre nesse link:</p> <p>http://img157.imageshack.us/img157/5765/correntes8qm.png</p> <p>E me diga se o sentido das minhas correntes esta certo. Marcel -PR</p> <p style="text-align: right;">Dúvida</p> |
| Data envio | 14/02/2006 09:18 |
| Texto | <p>Marcel, Verifiquei os seus valores e estão iguais aos meus. Também verifiquei os componentes, e vi que todos estão selecionando <i>Fault Short</i> ??? Nós temos os valores e o problema, o que devemos fazer agora ? EDUARDO -PR</p> <p style="text-align: right;">Explicação</p> |
| Data envio | 14/02/2006 09:35 |
| Texto | <p>Marcel, acredito que as correntes estejam corretas, a única diferença está na fonte de 50 V e no resistor de 22 Ohm, que coloquei invertido. Como não terminei os cálculos ainda, não posso informar se está correta. Sobre o cálculo, utilize a análise nodal, definindo os 3 pontos e calculando a corrente neles. EDUARDO-PR</p> |

Quadro 19 - Debate dos alunos em equipe no fórum virtual

Autor: Extraído do fórum do ambiente e-Proinfo.

Observa-se, nos diversos fóruns, a qualidade das intervenções e o envolvimento entre os alunos em torno dos temas. Esta ferramenta assíncrona demonstrou grande versatilidade para o que se propõe; porém, o tráfego de arquivos de simulação teve de acontecer em paralelo por *e-mail* ou, conforme o exemplo apresentado, pelo envio de *links*.

As estatísticas de acesso também demonstraram que muitos alunos tiveram apenas participação como observadores. O ambiente e-Proinfo permitiu que fosse feito permanentemente o levantamento do número de acessos e em que funções do LMS. No gráfico 22, observa-se o número de acessos de cada aluno ao fórum durante os experimentos. Percebe-se que, ao mesmo tempo que um aluno acessou 62 vezes, 3 alunos acessaram somente 4 vezes, representando uma frequência de acesso média de 20 vezes. A grande maioria destes acessos foi de observação da discussão, o que não significa que não houve debate, pois, pela leitura de todo o fórum, constatou-se uma grande diversidade de alunos participando.

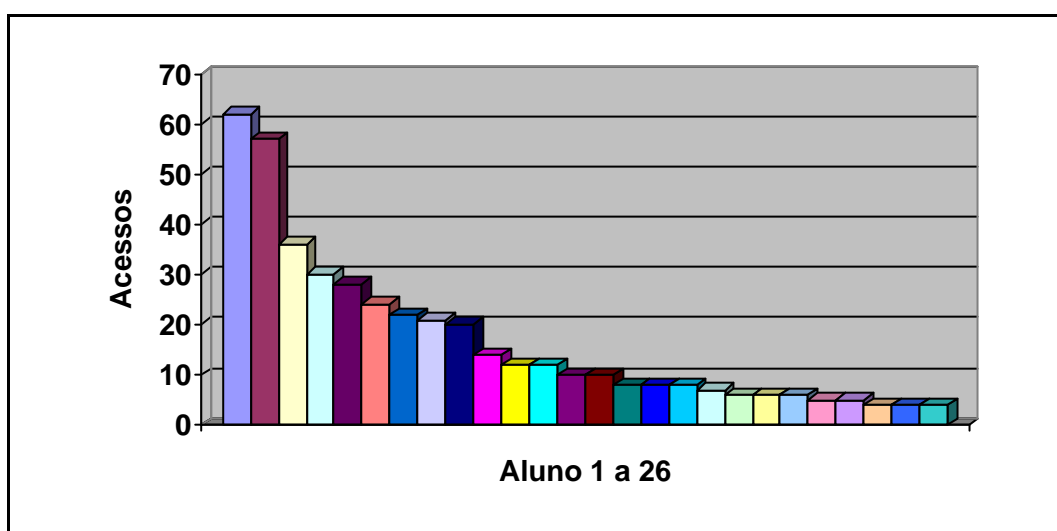


Gráfico 22 - Acesso dos alunos do GE ao fórum

Fonte: Adaptado pelo autor das estatísticas do ambiente e-Proinfo.

5.3.1.2 Resultados dos pós-testes

Paralelamente aos experimentos efetuados pelo GE no ambiente colaborativo, o GC desenvolveu os experimentos presencialmente em laboratório, participando dos ensaios relativos às mesmas tarefas. Foram avaliados os estudantes um a um, levando-se em consideração os resultados obtidos nas simulações em que se buscava soluções de problemas, com a inserção proposital de falhas nos circuitos por parte do professor. Além desta observação de desempenho, foram aplicadas provas de conhecimento nos dois grupos.

Os resultados dos pós-testes do GC (27 alunos) e do GE (26 alunos) são apresentados no quadro 20 e no gráfico 23.

| Variável dependente | Média GC | Média GE |
|----------------------------------|----------|----------|
| Medidas/solução de problemas | 4,07 | 4,50 |
| Análise de falhas de componentes | 4,22 | 4,35 |
| Resultados das medidas | 4,48 | 4,54 |
| Prova de conhecimentos | 7,037 | 7,328 |

Quadro 20 - Resultados dos pós-testes

Fonte: Pesquisador (2007).

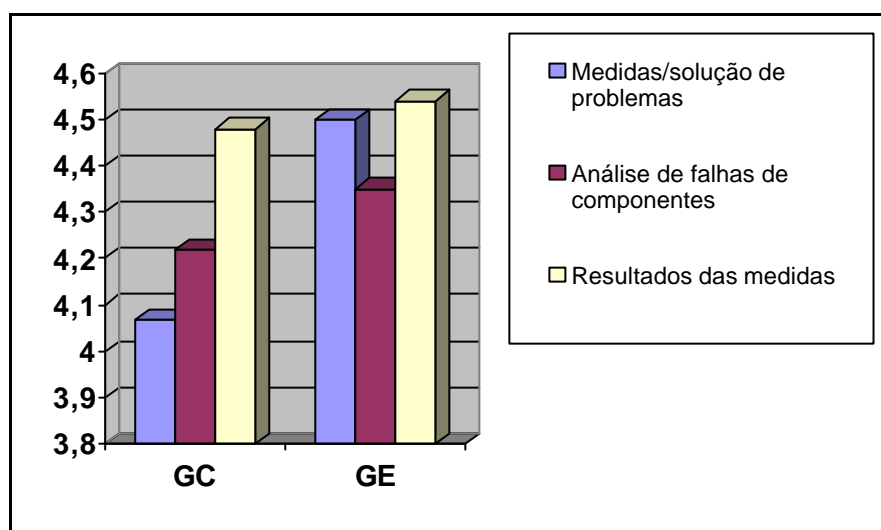


Gráfico 23 - Resultados dos pós-testes

Fonte: Pesquisador (2007).

Estes resultados demonstraram que o grupo experimental obteve um desempenho bem melhor do que o grupo de controle na execução de medidas e na solução de problemas. A facilidade que os recursos disponibilizados proporcionaram aos participantes, permitindo-lhes múltiplas simulações e ricos debates, levou-os a esta maior capacidade de solução de problemas.

No caso do GC, foi praticamente impossível para os alunos a experimentação individualizada para se obterem conclusões e colaboração com os demais colegas. Isto implicaria atividades fora do horário das aulas, com reservas especiais de equipamentos e ambientes específicos.

Mais uma vez os resultados dos pós-testes, comparando-se GC e GE, comprovaram que o modelo aplicado pode vir a ser utilizado na substituição de experimentos presenciais. Neste modelo colaborativo, foram constatadas vantagens com relação ao modelo tradicional presencial, principalmente quanto ao aspecto da possibilidade de repetição ilimitada de ensaios, facilitando a generalização individualizada ou de forma coletiva.

5.3.2 Disciplina Circuitos Elétricos

Passamos agora a descrever os resultados dos experimentos referentes à segunda prática, desenvolvidos de forma colaborativa pelos alunos da disciplina Circuitos Elétricos. Trata-se de um público que, apesar de ter cursado apenas um período do curso na Universidade, já apresentava uma maturidade bem diferenciada dos alunos de Introdução à Eletricidade.

Além da diferenciação do público envolvido, o nível de complexidade da disciplina era bem maior, exigindo um maior preparo teórico antes dos experimentos. As tarefas desta segunda prática (anexo 6) solicitavam projetos de um grau maior de dificuldade, que exigiam um trabalho em grupo para sua realização, além de maior domínio dos recursos do software EWB. Recursos de plotagem gráfica também foram solicitados, tornando as tarefas mais aprofundadas, demandando maior tempo tanto na execução quanto na correção por parte do professor.

5.3.2.1 Resultados do trabalho colaborativo

O GC foi dividido em 5 equipes que receberam tarefas sobre o mesmo tema, mas com enunciados de projetos diferenciados. As intervenções dos alunos no fórum, inicialmente, foram muito superficiais, consequência do ainda reduzido domínio teórico sobre o conteúdo abordado. Na sequência, à medida que iam sanando as dúvidas com o professor, tanto pelo fórum como por *e-mail*, houve um enriquecimento do debate.

A tabela 5 demonstra que o desempenho das equipes foi homogêneo, dentro do nível aceitável. Um resultado que se pode considerar bom, tendo em vista a complexidade do conteúdo abordado para a etapa do curso em que os alunos se encontravam.

Tabela 5 - Médias das avaliações das equipes

| Habilidades | Equipe 1 | Equipe 2 | Equipe 3 | Equipe 4 | Equipe 5 |
|----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Compreensão do problema | 4,00 | 3,50 | 3,25 | 3,40 | 3,25 |
| Desenvolvimento do projeto | 4,00 | 3,50 | 3,40 | 3,40 | 3,50 |
| Qualidade das intervenções | 4,00 | 3,25 | 3,40 | 3,40 | 3,25 |
| Aplicação dos conceitos teóricos | 4,00 | 3,25 | 3,20 | 4,00 | 3,25 |
| Interpretação dos resultados | 3,50 | 3,50 | 3,20 | 3,00 | 3,00 |
| Conclusões | 4,00 | 3,50 | 3,40 | 3,50 | 3,25 |

Fonte: Pesquisador (2007).

A partir do momento em que os alunos estavam com maior domínio da teoria, observa-se que o fórum passou a desempenhar um papel chave no desenvolvimento do projeto, tanto na divisão de tarefas, como na construção coletiva de resultados teóricos e numéricos. Parte deste debate é exemplificada no quadro 21.

| Questionamentos | |
|-------------------|---|
| Data envio | 08/02/2006 09:43 |
| Texto | Socorro |
| | Estou com problemas para definir os valores de XL e XC para as frequências de corte. |
| | Eu fiz que em fci a saída (Vo) deve ser $0,707 \cdot V_i$. Assim: |
| | $0,707 \cdot V_i = [V_i / (R + (XC - XL))] \cdot (XC - XL)$ |
| | Para fcs eu fiz a mesma coisa só que inverti o termo imaginário, assim ficou XL - XC. Como as duas igualdades dão 0,707 eu tentei fazer uma igual à outra só q eu chego em uma igualdade de XL = XC. Isso acontece na ressonância, mas não nas frequências de corte... |
| | Alguém está tendo a mesma dificuldade? João -PR |
| | Dúvida |
| Data envio | 09/02/2006 10:12 |
| Texto | Pessoal O meu circuito ficou com um resistor de 6,2 ohms, C=4,7uF e L=1mH. Cheguei a esses valores utilizando a formula para obter o fator de qualidade do filtro ($Q=XL/R$). Arbitrei o meu indutor em 1mH que é um valor comercial. O fator de qualidade do filtro é a relação entre a frequência de ressonância e a BW. $Q=F_0/BW$. Que são dados Estou com problemas no uso do bode plotter. Alguém sabe quais são os melhores valores para os eixos verticais e horizontais para visualização da curva? O meu gráfico é a resposta em frequência de um filtro corta faixa, mas ele apresenta 0dB na ressonância e valores ascendentes de saída para frequências acima e abaixo. O problema é que não deveria ser 0dB mas sim infinito. Ou eu to enganado? João -PR |
| | Argumentação |
| Data envio | 09/02/2006 18:11 |
| Texto | Luis Vc deve ter usado a fórmula de maneira errada pq o teu Q é 2,5. O do meu filtro é 2,4 e não deu valores tão esdrúxulos. Verifica aí q tem algo errado. João -PR |
| | Solicitação |
| Data envio | 10/02/2006 14:01 |
| Texto | João, primeiro eu queria uma ajuda pra chegar ao valor do capacitor q vc usou, além disso, queria saber se existe o resistor q vc indicou. Quanto ao sinal, eu entendo que ele deve ter uma variação de 3 dB, caindo do valor máximo na frequência de ressonância, com redução de 50% na potência. Não tenho certeza tb; será q alguém aí sabe dizer com certeza? Aliás, desculpe a ignorância, mas o que é bode plotter? Claiton -PR |

Quadro 21 - Fórum de uma equipe do GE de circuitos elétricos

Fonte: Extraído do fórum virtual do ambiente e-Proinfo.

Com o auxílio de uma planilha de cálculo, o professor foi avaliando individualmente cada aluno e sua atuação em equipe. Ao mesmo tempo, os arquivos “.ewb” eram utilizados para conferência, por parte do professor, se estava havendo realmente o trabalho individual e se este estava no caminho certo. O gráfico 24 representa os resultados médios do desempenho geral das equipes do GE.

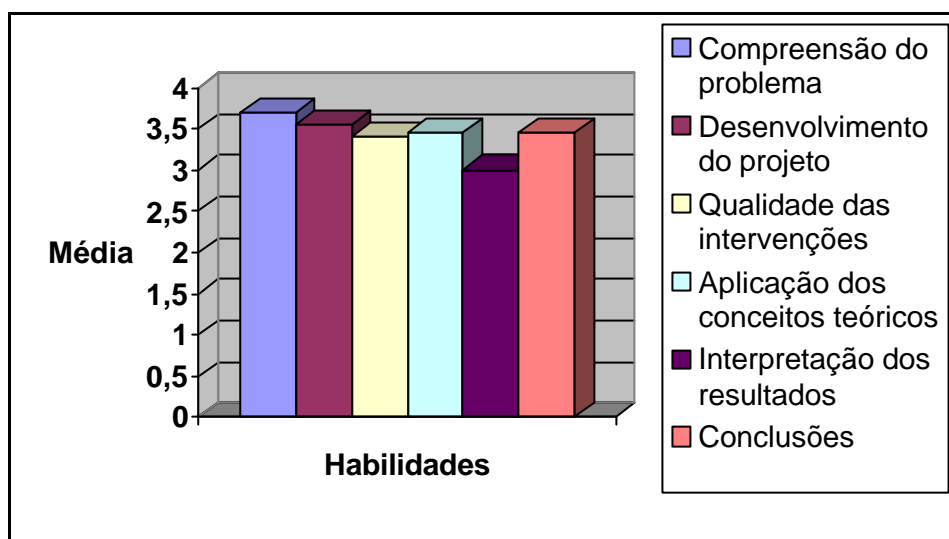


Gráfico 24 - Médias gerais das equipes do grupo experimental

Fonte: Pesquisador (2007).

Os resultados foram todos conforme os níveis aceitáveis, excetuando-se o item “interpretação de resultados”, em que todas as equipes apresentaram um grau moderado de amadurecimento teórico e crítico, considerado normal em alunos de início de curso.

Para a comparação entre os desempenhos do GC com o GE, no enunciado das tarefas da prática 2, foi solicitado um procedimento técnico que não seria necessário com o uso do EWB, mas que os alunos do GC, com instrumentos reais, necessitariam executar. O instrumento denominado *Bode Plotter* não se encontra disponível na UTFPR, em função do custo. No simulador EWB este recurso existe, e foi utilizado pelos alunos para comprovação dos resultados, que, contudo, não deixaram de efetuar os ensaios na forma tradicional.

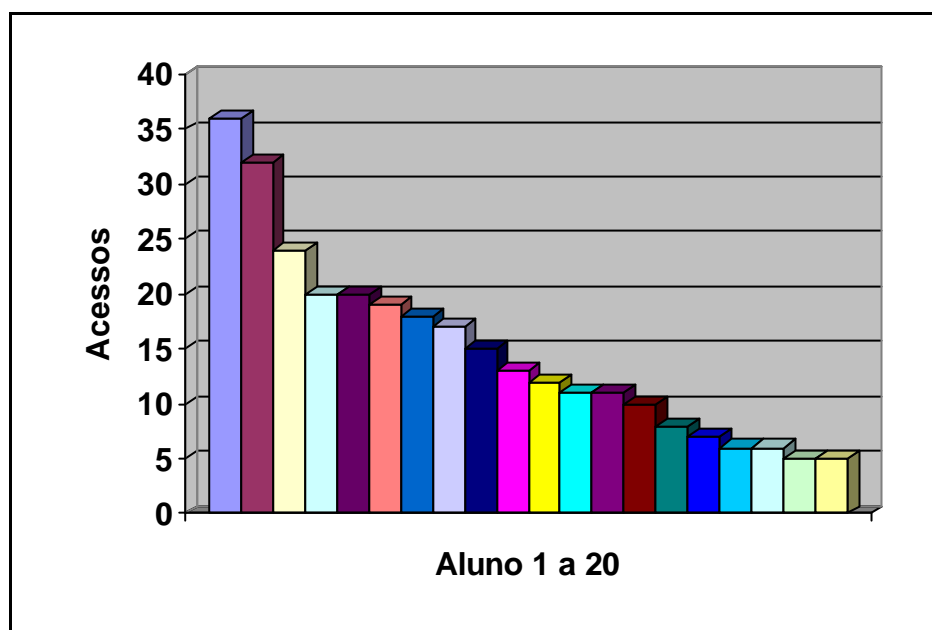


Gráfico 25 - Acesso dos alunos do GE ao fórum

Fonte: Pesquisador (2007).

Observou-se que, conforme representa o gráfico 25, os alunos desta turma, ao contrário dos alunos de primeiro período (acesso médio de 20 vezes), não tiveram a mesma frequência média de acessos ao fórum (média de 14 acessos cada), o que se justifica pela grande diferenciação dos conteúdos estudados entre as duas turmas. A primeira atuou com habilidades mais práticas e maior número de conceitos; a segunda, com projetos que demandaram mais pesquisa individual e simulações locais, antes das intervenções.

5.3.2.2 Resultados dos pós-testes

Além da intensa observação diária das intervenções dos participantes dos fóruns e dos seus arquivos de simulações enviados por *e-mail*, ao final do experimento todas as equipes do GE encaminharam ao professor um memorial descritivo completo dos seus

projetos, incluindo cálculos, gráficos, circuitos em “.ewb” e conclusões. Trabalho análogo foi efetuado pelos alunos do GC, com exceção de que, ao invés de enviarem os arquivos de simulação, demonstraram seus circuitos com componentes reais para o professor, presencialmente no laboratório.

Uma comparação entre os desempenhos finais do GC e GE na execução da prática 2 pode ser observada no quadro 22 e no gráfico 26, em que estão computadas as avaliações gerais dos projetos e também das duas provas de conhecimento aplicadas de forma presencial.

| Variável dependente | Média GC | Média GE |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|
| Medidas/solução de problemas | 3,82 | 3,95 |
| Aplicação dos conceitos teóricos | 4,10 | 4,20 |
| Resultados das medidas | 4,27 | 4,30 |
| Prova de conhecimentos | 6,48 | 6,69 |

Quadro 22 - Resultado dos pós-testes

Fonte: Pesquisador (2007).

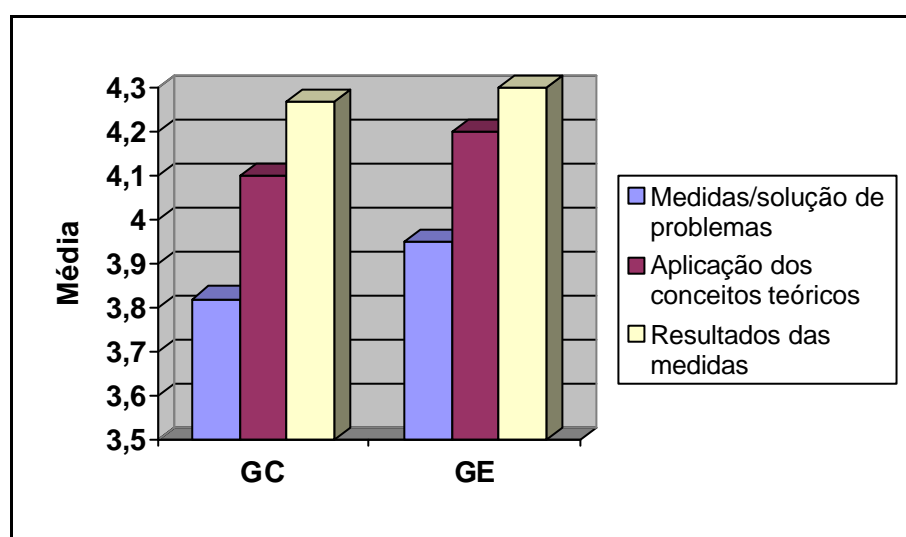


Gráfico 26 - Resultado dos pós-testes

Fonte: Pesquisador (2007).

O resultado alcançado pelo GE foi bastante satisfatório, principalmente em comparação com as médias do GC, que atuou na forma tradicional. O modelo de curso proposto atingiu, com folga, o seu objetivo. Observa-se que em todos os quesitos houve desempenho satisfatório e levemente acima das médias do GC. Observa-se a equivalência entre os grupos. Caso se considere que os alunos do GE, que experimentaram um modelo totalmente a distância, fora do tradicional, são os que, em média, possuíam menor disponibilidade para estudos e experimentos, este resultado torna-se mais otimista ainda. Este resultado positivo pode ser atribuído ao modelo proposto mas, acima de tudo, ao trabalho

colaborativo empregado. O estudo individualizado tradicional torna as descobertas e o conhecimento fragmentado (TEIXEIRA, 2002), não socializado, ao contrário do que se observou no desenvolvimento dos projetos com o uso do fórum, em que cada contribuição individual para o coletivo era motivo de vitória e auto-afirmação dos participantes diante dos colegas. Pode-se afirmar que houve mais interação entre os participantes do que na aula tradicional, na qual o conhecimento não foi compartilhado coletivamente como neste modelo.

5.4 RESULTADOS DA ENQUETE DE SATISFAÇÃO

Os estudantes que participaram desta pesquisa foram elementos essenciais na análise do comportamento dos seres humanos submetidos a um modelo de aprendizagem remota e com ferramentas tecnológicas, fugindo completamente do modelo tradicional de estudo. Sem dúvida, a opinião destes alunos tem muito a contribuir com as conclusões e com a elaboração de modelos mais aprimorados.

Foi elaborada e aplicada, portanto, uma enquête que permitisse que os estudantes dos grupos experimentais manifestassem suas opiniões sobre o modelo de curso a que foram submetidos. Foi utilizado o próprio ambiente eProinfo para esta realização. A publicação deste recurso no ambiente virtual que já estavam acostumados a acessar, tornou esta etapa bem mais fácil e motivadora, inclusive com a divulgação automática dos resultados.

No quadro 23 são listadas as 21 perguntas publicadas (P). As alternativas de respostas para as perguntas de P1 a P14 eram idênticas: Sim, (completamente), Parcialmente e Não.

| Seqüência | Pergunta |
|-----------|---|
| P1 | Os circuitos “montados” no simulador funcionaram corretamente? |
| P2 | Foi possível realizar os experimentos simulados da mesma forma que seriam efetuados com a utilização de componentes e instrumentos reais? |
| P3 | Os experimentos simulados representaram para você o que acontece na realidade? |
| P4 | Os experimentos simulados ajudaram você a entender melhor os conceitos teóricos? |
| P5 | Os experimentos simulados apresentam vantagens para o seu aprendizado sobre Eletricidade em relação aos experimentos com componentes reais? |
| P6 | Você teve orientação suficiente para a montagem dos experimentos simulados? |
| P7 | Foi possível obter conclusões a respeito dos resultados obtidos a partir dos experimentos simulados? |
| P8 | Os instrumentos simulados representam com precisão os instrumentos reais? |
| P9 | Os componentes simulados representam com precisão os componentes reais? |
| P10 | O simulador empregado é de fácil utilização? |
| P11 | Você aprenderia a utilizar um instrumento de medição, como um osciloscópio, apenas com a utilização de um simulador como o adotado? |
| P12 | Você aprenderia a fazer ensaios, ligações e medições apenas com um simulador, sem antes ter feito um experimento real? |
| P13 | O uso do <i>e-mail</i> para envio das tarefas simuladas atendeu às suas necessidades? |
| P14 | A participação no fórum ajudou na compreensão dos conteúdos das práticas? |
| P15 | Em comparação com os experimentos reais, você teve mais facilidade de obter conclusões? |
| P16 | Foi possível realizar as tarefas simuladas corretamente, a distância, sem a presença do Professor? |
| P17 | A realização de experimentos simulados é mais fácil do que a realização de experimentos reais? |
| P18 | Com relação ao tempo empregado para a realização das tarefas simuladas em comparação à realização das tarefas reais: |
| P19 | Em comparação com uma aula presencial, a participação em um fórum de discussão a distância sobre experimentos e projetos: |
| P20 | Sobre realizar uma tarefa simulada em equipe, a distância, como você avalia o seu rendimento: |
| P21 | O que você achou do laboratório virtual de eletricidade/circuitos elétricos? |

Quadro 23 - Perguntas da enquête de satisfação

Fonte: Pesquisador (2007).

5.4.1 Respostas dos alunos de Introdução à Eletricidade

Os resultados dos alunos do GE de Introdução à Eletricidade foram separados em dois grupos, de P1 a P14, cujas alternativas eram iguais, e de P15 a P21, com alternativas mais específicas e diferenciadas entre si. No quadro 24 estão as médias das respostas de P1 a P14.

| Perguntas | Sim/Completamente | Parcialmente | Não |
|-----------|-------------------|--------------|-----|
| P1 | 76,9 | 23,1 | 0,0 |
| P2 | 84,6 | 15,4 | 0,0 |
| P3 | 65,4 | 34,6 | 0,0 |
| P4 | 100,0 | 0,0 | 0,0 |
| P5 | 80,8 | 19,2 | 0,0 |
| P6 | 88,5 | 11,5 | 0,0 |
| P7 | 88,5 | 11,5 | 0,0 |
| P8 | 65,4 | 34,6 | 0,0 |
| P9 | 69,2 | 30,8 | 0,0 |
| P10 | 92,3 | 7,7 | 0,0 |
| P11 | 38,5 | 61,5 | 0,0 |
| P12 | 57,7 | 34,6 | 7,7 |
| P13 | 88,5 | 11,5 | 0,0 |
| P14 | 57,7 | 42,3 | 0,0 |

Quadro 24 - Respostas do GE de Introdução à Eletricidade em percentual

Fonte: Compilado da enquete do ambiente e-Proinfo.

Vale destacar a resposta de P4: 100% dos alunos consideram que os experimentos simulados os ajudaram a entender melhor os conceitos teóricos, coerente com o que foi constatado pelos pós-testes.

Em P11, a maioria de 61,5% julga serem necessárias as experiências com instrumentos reais, coerente com o resultado de P12, em que a afirmação é a mesma, mas para efeito de desenvolvimento de outras habilidades. Em P1, P2 e P10, as respostas apontam para o sucesso nas simulações e na facilidade do uso do EWB.

Confrontado-se os resultados das provas finais, observa-se uma resposta positiva de P4 a P7. Pela análise dos percentuais de aprovação, conclui-se que, mesmo os alunos com menores rendimentos, afirmam terem obtido vantagens com o modelo. Houve aprovação também do modelo de troca de arquivos “.ewb” por *e-mail* (P13), assim como do fórum virtual (P14).

As demais respostas são apresentadas em gráficos. As respostas de P15 a P21 são representadas pelos gráficos de 27, 28, 29, 30, 31, 32 e 33.

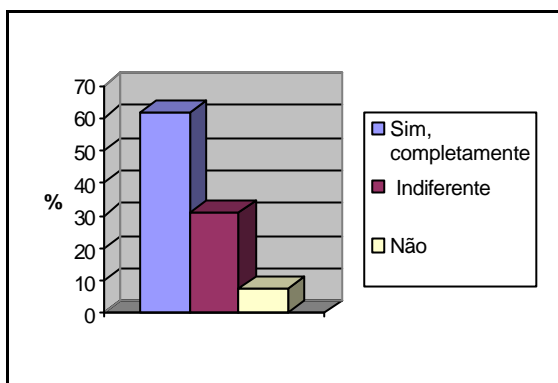


Gráfico 27 - Resultado de P15

Fonte: Compilado da enquete do ambiente e-Proinfo.

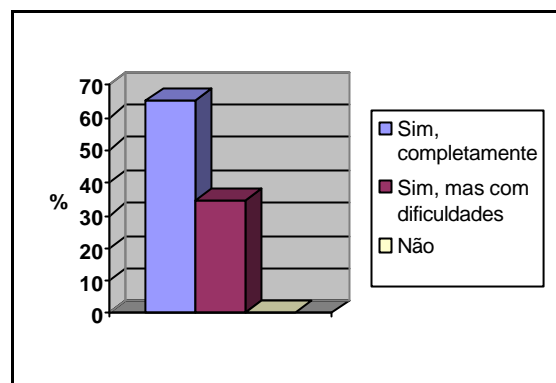


Gráfico 28 - Resultado de P16

Fonte: Compilado da enquete do ambiente e-Proinfo.

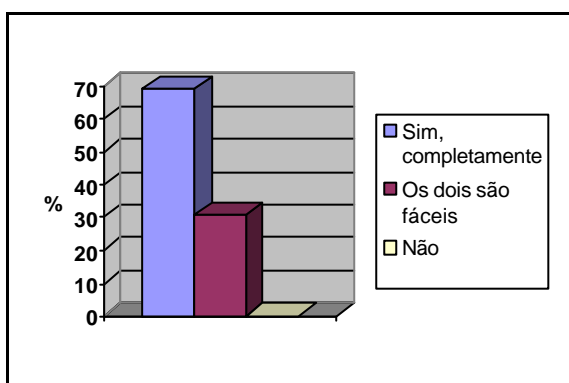


Gráfico 29 - Resultado de P17

Fonte: Compilado da enquete do ambiente e-Proinfo.

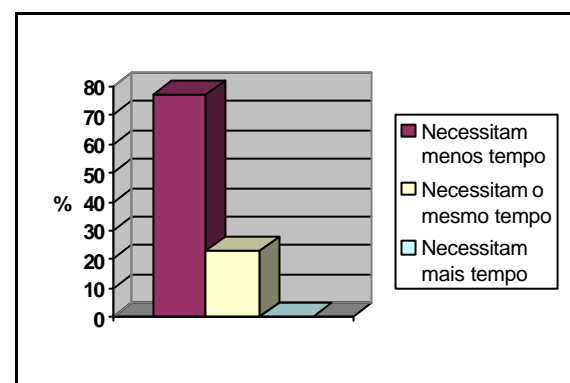


Gráfico 30 - Resultado de P18

Fonte: Compilado da enquete do ambiente e-Proinfo.

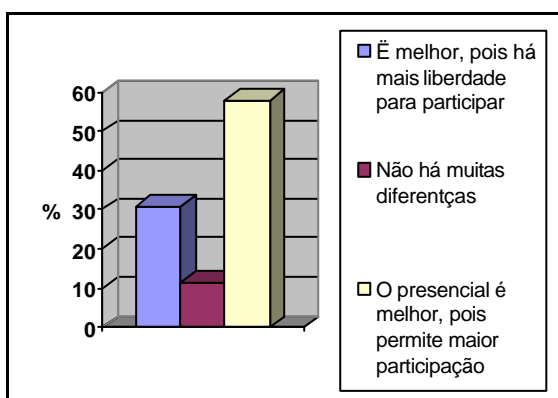


Gráfico 31 - Resultado de P19

Fonte: Compilado da enquete do ambiente e-Proinfo.

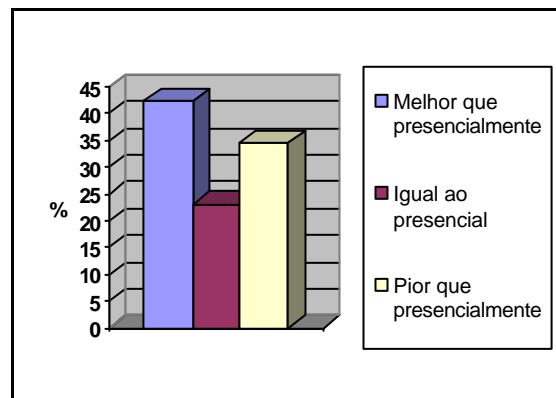


Gráfico 32 - Resultado de P20

Fonte: Compilado da enquete do ambiente e-Proinfo.

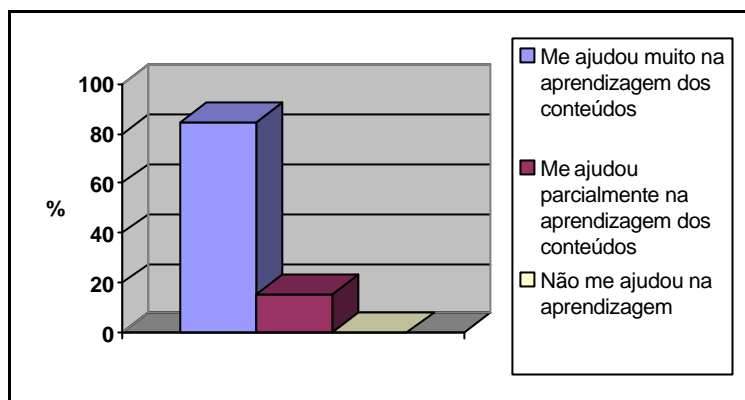


Gráfico 33 - Resultado de P21

Fonte: Compilado da enquete do ambiente e-Proinfo.

As respostas para P19 e P20 demonstraram uma divisão de opiniões a respeito da atuação em equipe no modo remoto e no presencial, tendendo a maior avaliação positiva para o presencial. Isto não demonstra uma reprovação do modelo, mas sim uma preferência pelas atividades em sala de aula e pelo contato pessoal entre os alunos. A resposta à P21 comprova a aprovação do modelo no aspecto da aprendizagem que o mesmo proporcionou.

Numa análise mais geral, conclui-se que o efeito proposto de aprendizagem foi atingido, com a ressalva de que são necessárias demonstrações de instrumentos e elaboração de alguns ensaios presencialmente. Esta afirmação não contradiz a proposta desta pesquisa, cujos objetivos são de redução da carga presencial e não de sua eliminação.

Os resultados também são muito satisfatórios, considerando-se que os alunos não tiveram contato algum com o professor durante as simulações. Os participantes se adaptaram a um modelo completamente diferente do tradicional como sempre estudaram desde suas infâncias. Geralmente, os perfis dos estudantes não permitem métodos centrados neles mesmos. Há uma preferência por métodos expositivos e com tutoria imediata do professor em tempo real.

5.4.2 Respostas dos alunos de Circuitos Elétricos

Serão apresentados aqui os resultados da enquete aplicada aos alunos do GE de Circuitos Elétricos. Novamente os resultados foram separados em dois grupos, de P1 a P14, cujas alternativas eram iguais, e de P15 a P21, com alternativas mais específicas e diferenciadas entre si. No quadro 25 estão as médias das respostas de P1 a P14.

| Perguntas | Sim/ Completamente | Parcialmente | Não |
|-----------|--------------------|--------------|------|
| P1 | 65,0 | 35,0 | 0,0 |
| P2 | 45,0 | 50,0 | 5,0 |
| P3 | 50,0 | 50,0 | 0,0 |
| P4 | 90,0 | 10,0 | 0,0 |
| P5 | 50,0 | 45,0 | 5,0 |
| P6 | 60,0 | 40,0 | 0,0 |
| P7 | 50,0 | 50,0 | 0,0 |
| P8 | 40,0 | 60,0 | 0,0 |
| P9 | 55,0 | 45,0 | 0,0 |
| P10 | 50,0 | 40,0 | 10,0 |
| P11 | 55,0 | 45,0 | 0,0 |
| P12 | 25,0 | 40,0 | 35,0 |
| P13 | 88,5 | 11,5 | 0,0 |
| P14 | 57,7 | 42,3 | 0,0 |

Quadro 25 - Respostas do GE de Circuitos Elétricos em percentual

Fonte: Compilado da enquete do ambiente e-Proinfo.

As demais respostas são apresentadas em gráficos. As respostas de P15 a P21 são representadas pelos gráficos de 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40.

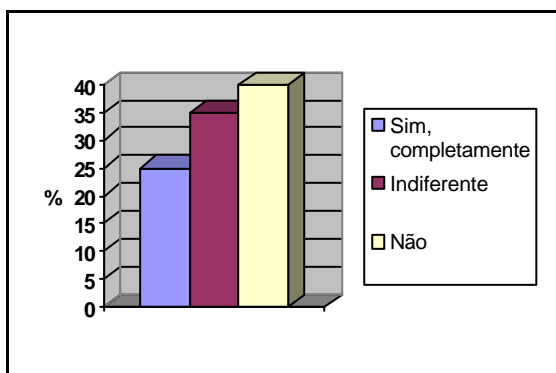


Gráfico 34 - Resultado de P15

Fonte: Compilado da enquete do ambiente e-Proinfo.

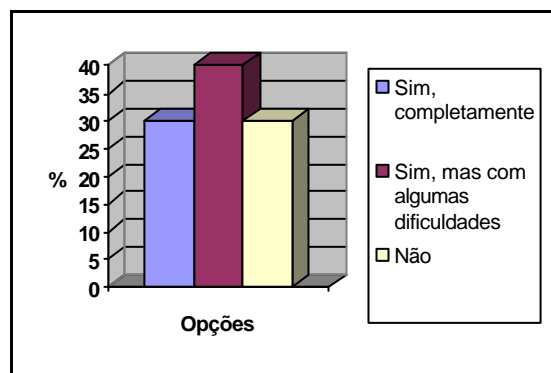


Gráfico 35 - Resultado de P16

Fonte: Compilado da enquete do ambiente e-Proinfo.

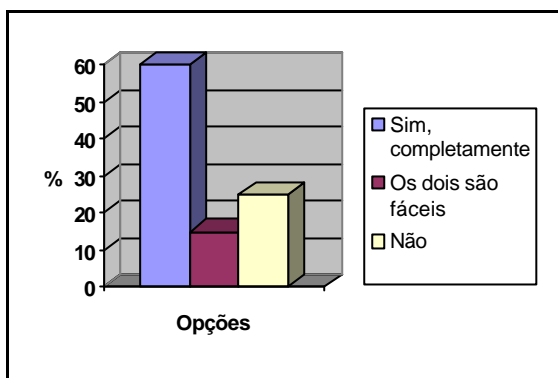


Gráfico 36 - Resultado de P17

Fonte: Compilado da enquete do ambiente e-Proinfo.

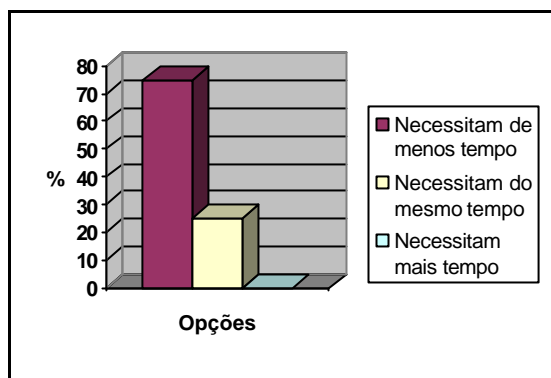


Gráfico 37 - Resultado de P18

Fonte: Compilado da enquete do ambiente e-Proinfo.

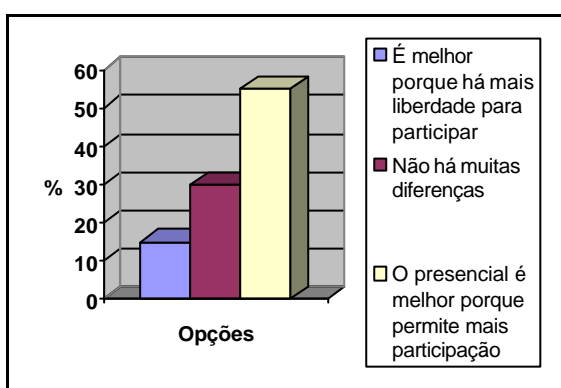


Gráfico 38 - Resultado de P19

Fonte: Compilado da enquete do ambiente e-Proinfo.

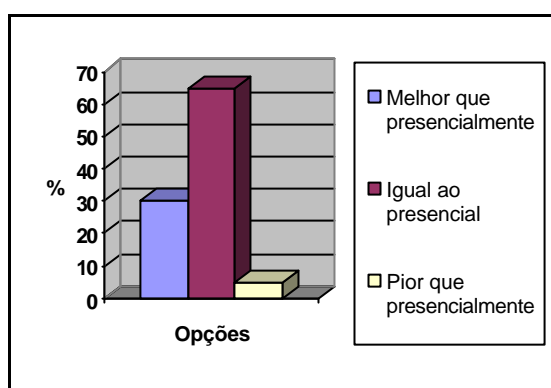


Gráfico 39 - Resultado de P20

Fonte: Compilado da enquete do ambiente e-Proinfo.

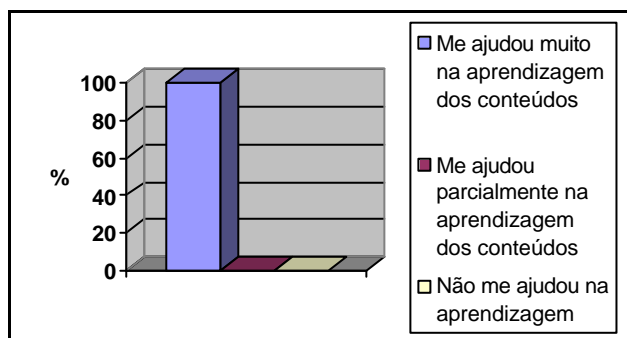


Gráfico 40 - Resultado de P21

Fonte: Compilado da enquete do ambiente e-Proinfo.

A turma de segundo período demonstrou menos otimismo com relação à utilização de simuladores do que a de primeiro período, especificamente nas respostas P2 e P5, nas quais levantaram dificuldades com a simulação. Deve-se levar em conta que esta turma, além de já ter cursado o primeiro período do curso inteiro pelo modo tradicional, incluindo laboratórios presenciais, foi submetida a conceitos mais complexos e a um projeto bem mais desafiador. Uma informação importante está na resposta à P4, para a qual 90% dos participantes afirmaram que as simulações os ajudaram a entender melhor os conceitos teóricos. Em

relação às conclusões, este grupo ficou dividido quanto à facilidade de se obterem conclusões (P7).

Este grupo demonstrou ser bem mais crítico do que o de primeiro período, na mesma proporção de que foram muito mais cobrados pelo professor, tanto em virtude do conteúdo estudado, como do aprofundamento exigido para o desenvolvimento dos projetos. Em P8 e P9 apresentaram suas opiniões críticas sobre a comparação dos instrumentos e componentes virtuais com os reais.

Em P10 confirmaram o grau de dificuldade com o simulador, revelado em P1 e P2. Uma justificativa provável para esta dificuldade, principalmente comparando-se com a outra turma, está na demanda pela utilização de recursos mais avançados do EWB que a disciplina exigiu.

Muito provavelmente, pelo histórico anterior destes alunos com experimentos reais e, conseqüentemente, pelas associações e representações mentais demandadas ao efetuarem simulações, apenas 25% deles acreditam que podem aprender somente com simulações (P12). Um percentual de 35% não aprenderia com simuladores sem uma vivência anterior em laboratório com instrumentos e componentes concretos.

Em P15 40% afirmaram ter mais dificuldades com experimentos simulados. O que se deve considerar é que estes alunos não efetuaram exatamente os mesmos experimentos que simularam. Suas comparações são com os experimentos de que participaram no primeiro período, portanto, com um grau de dificuldade bem menor.

Mais um ponto positivo é apontado em P18: 75% deste grupo julgou que as simulações acontecem em menos tempo do que os ensaios reais, informação de certa forma contraditória com a dificuldade encontrada com as simulações.

Na P19, constata-se a preferência de 55% dos participantes pelas aulas presenciais em função da maior liberdade de participação. Já a P20 revela que, para 95%, o trabalho em equipe com ambiente virtual é igual ou melhor que o presencial.

Finalmente, apesar de alguns descontentamentos dos alunos com certos quesitos, que aparentemente foram supervalorizados em virtude de algumas dificuldades encontradas no início das práticas, 100% dos participantes julgaram que este modelo de curso, denominado laboratório virtual de circuitos elétricos, ajudou muito nas suas aprendizagens de conteúdos.

6 CONCLUSÕES

Neste capítulo serão apresentadas as conclusões a respeito da eficácia do modelo de pesquisa adotado, das ferramentas exploradas e avaliadas, da simulação no ensino e, principalmente, do modelo de gestão proposto inicialmente e aprimorado ao longo da pesquisa. Será apresentada, ainda, uma sugestão de complementação do modelo baseada nos resultados alcançados e no que se supõe ser o modelo ideal e completo para a efetiva oferta desta modalidade de cursos a distância.

1. Sobre o método de pesquisa adotado

A pesquisa aqui relatada atingiu seus objetivos, tanto no aspecto metodológico científico em si, como no desenvolvimento do modelo de gestão de cursos tecnológicos a distância, com o emprego de TIC e simuladores.

A seqüência lógica adotada, envolvendo uma avaliação inicial das TIC e ferramentas de simulação, proporcionou às duas etapas da pesquisa (preliminar e principal) uma concentração maior no desenvolvimento e avaliação do modelo de gestão do curso e na otimização deste modelo no processo de ensino-aprendizagem experimentado.

A pesquisa preliminar, ainda com um modelo básico de gestão, contendo em sua arquitetura apenas os recursos tecnológicos básicos e sem as configurações mais avançadas implementadas, permitiu um preparo estratégico para a pesquisa principal, tanto no aspecto da metodologia científica, como no do aprimoramento do modelo proposto. Os erros e acertos desta etapa inicial demonstraram que o planejamento detalhado dos papéis de cada ator ou elemento tecnológico do processo deve acontecer com grande antecedência. As preparações prévias de cronogramas de sincronismo com a teoria, de materiais didáticos, dos ambientes virtuais, dos dispositivos (circuitos) a serem experimentados, das práticas e tarefas a serem propostas e de configuração do próprio simulador EWB, são de fundamental importância para a eficácia do curso.

Este aprendizado com o experimento preliminar permitiu que, na aplicação do modelo principal, na segunda etapa da pesquisa, fosse possível uma maior concentração no processo de ensino-aprendizagem e na avaliação do modelo. Este aprendizado serve de referência para a oferta efetiva dos cursos pelas Universidades que vierem a adotar este modelo ou outro semelhante, pois, em se tratando de educação, não se pode permitir que o planejamento da utilização de ferramentas tecnológicas roube a cena do processo educativo. Assim como as máquinas, TIC e ferramentas de simulação devem estar em perfeito e ágil

funcionamento, o modelo de gestão deve garantir que todo este aparato fique transparente, tanto para os professores como para os alunos.

Neste sentido, o modelo de pesquisa principal e o modelo proposto foram aprimorados, com algumas falhas aqui apontadas e possíveis soluções. O registro de todas as tarefas no servidor de *e-mail* e no ambiente e-Proinfo revelou-se um rico material para esta e futuras pesquisas. Este registro revela todo o fluxo de informação entre estudantes e professor, bem como a evolução das tarefas executadas via simulador. Trata-se de mensagens com dúvidas, mas com arquivos “.ewb” anexados com os circuitos eletro-eletrônicos “montados” e seus resultados numéricos e gráficos. Este armazenamento não seria possível com os dispositivos tecnológicos de componentes reais, por questão de custo e de espaço. Tem-se aqui uma produção intelectual de fácil acesso por parte dos estudantes e professores das demais disciplinas e períodos do curso que, se for corretamente disponibilizada, cria uma espécie de biblioteca virtual ou rede de experimentos e relatórios eletrônicos.

Ainda com base na pesquisa preliminar, uma vez detectadas pelos ensaios enviados ao professor algumas dificuldades com a utilização do software simulador, aprofundou-se, para a pesquisa principal, o procedimento tutorial inicial sobre o EWB, inclusive com a inserção no modelo da videoconferência. Isto minimizou a interferência que o uso da ferramenta poderia ter nos resultados da pesquisa sobre a efetividade do processo de aprendizagem.

A metodologia de pesquisa aplicada na pesquisa preliminar demonstrou-se muito precária no aspecto da avaliação da evolução da aprendizagem dos participantes. O resultado da aplicação do pré-teste e do pós-teste revelou a eficiência do modelo, mas sem uma referência. Não era possível elaborarem-se comparações com o modelo tradicional de ensino presencial, a não ser pela experiência docente do pesquisador. A inclusão, portanto, dos grupos de controle, na pesquisa principal, trouxe um caráter bem mais científico à pesquisa, permitindo-se a comparação dos resultados dos testes e provas do grupo experimental com o modelo tradicional. A inclusão de pré-testes no grupo de controle, procedimento que não é costumeiro no modelo tradicional, trouxe até mesmo uma recomendação de inovação para as aulas de laboratório presenciais, pois os pré-testes apontaram nitidamente qual o melhor caminho e estratégia a ser adotado pelo professor, em função de uma eventual heterogeneidade de perfil e nível de conhecimentos teóricos, para o atendimento mais personalizado dos seus alunos que apresentem deficiências. Já no modelo a distância, o que era apenas um procedimento de pesquisa passa a ser incorporado como etapa do processo, permitindo a programação de um eventual nivelamento prévio dos estudantes, tanto de

habilidades práticas como de conhecimentos teóricos essenciais, antes do início das práticas simuladas.

A afirmativa de Jaakola; Nurmi; Lehtinen (2005), cuja pesquisa aponta para o sucesso no aprendizado com simuladores, independentemente do domínio teórico e prévio dos conceitos estudados, se aplica somente para os conceitos e habilidades mais básicos, nos quais o empirismo, a tentativa e erro podem ajudar nas descobertas e generalizações, muitas vezes até de uma forma mais eficaz do que se houvesse uma exposição teórica prévia. Nestes casos, a aula teórica pode até trazer representações falsas ou vícios em virtude de uma comunicação escrita ou até verbal não adequada. Muitas vezes, o sincronismo das representações mentais entre professor e aluno (LITWIN, 1997) não acontece em função do meio que os separa. A experimentação múltipla, sem explicações teóricas, neste caso pode ajudar a construir modelos e conceitos a partir das generalizações e inferências.

Foi confirmado, principalmente com o auxílio dos resultados dos pós-testes do grupo experimental de Circuitos Elétricos, o mesmo resultado da pesquisa de Ronen; Eliahu (2000), na qual se concluiu pela necessidade do domínio prévio dos conceitos teóricos para posteriormente partir-se para simulações. A escolha de disciplinas de dois níveis diferentes para os ensaios foi muito positiva para as conclusões a este respeito. Os conteúdos bem mais avançados do que em Introdução à Eletricidade trouxeram grandes dificuldades de experimentação simulada sem a presença do professor que, no modelo tradicional, faz esclarecimentos teóricos em tempo real nas bancadas dos alunos. No modelo a distância, a menos que exista uma tutoria síncrona disponível numa carga horária diária compatível com a demanda, os experimentos podem ficar comprometidos no seu andamento com interrupções, até que haja retorno dos *e-mails* do professor sanando as dúvidas.

O ambiente e-Proinfo, a exemplo de outros dispositivos LMS, trouxe uma série de vantagens para o curso e para a pesquisa em si. Todas as estatísticas de acesso, bem como os registros do fórum, permitem uma observação a qualquer momento do comportamento dos elementos envolvidos, inclusive do próprio professor pesquisador, num ponto de vista de fora do processo. Esta análise neutra, de fora, pode trazer benefícios didático-pedagógicos relevantes para o curso. No sistema presencial não se dispõe deste recurso pois, para este tipo de análise externa, seria necessária a presença em sala de aula de elementos observadores como, por exemplo, do coordenador de curso ou pedagogo.

2. Sobre simulação e sua eficácia

As ferramentas de simulação via Internet existentes no momento, apesar de estarem

em estado inicial de desenvolvimento, já proporcionam efeitos cognitivos relevantes de aplicação, tanto no ensino a distância como no apoio a programas de estudos presenciais. A intercalação dos simuladores, mesmo de funções restritas, com os conteúdos teóricos aprimora e enriquece as representações mentais dos estudantes. Desta forma, implementa-se uma aprendizagem por instrução, alternada com uma aprendizagem por descoberta. Pode-se comparar aos livros mágicos nos quais, por um simples toque, imagens ou situações são representadas holograficamente, virtualmente.

Ainda em estado primitivo, os simuladores *on-line* apresentam algumas deficiências, observadas ao longo desta pesquisa. Alguns programas simuladores funcionam apenas como uma planilha de cálculo sem apresentação de imagens ou animações, distanciando-se das experiências reais e dificultando a compreensão dos alunos, pois a visão é a principal fonte responsável pela aquisição de conhecimentos nos seres humanos (FIALHO, 2001). Os simuladores, na realidade, não passam de dispositivos de cálculos a partir de fórmulas teóricas o que, para muitos, pode distanciá-los da experimentação prática. Entretanto, com o auxílio da visualização dos fenômenos, por representação de gráficos animados ou pela animação de imagens de engrenagens, instrumentos ou outros elementos físicos, estas ferramentas virtuais não podem ser descartadas. Suas aplicações limitam-se à experimentação de conceitos e fenômenos tecnológicos elementares, porém fundamentais. Pode-se afirmar que um novo elemento de interatividade no ensino, além da multimídia tradicional e das TIC, está se consolidando.

Mesmo os simuladores mais simples, que proporcionam alterações de variáveis, desde que não efetuem apenas animações demonstrativas, tornam-se complementos importantes ao processo de cognição. O exercício de conteúdos teóricos em programas de simulação induz os estudantes a inferências tanto epistêmicas (construção de interpretações/compreensão), quanto pragmáticas (objetivando ações). Para serem motivados a dominarem conteúdos e habilidades, os estudantes necessitam enxergar a conexão daquilo que estão aprendendo para o resto de suas vidas com os modelos mentais de que já fazem uso (DEDE, 1996).

O acesso remoto via meios eletrônicos a bancos de informações, a utilização de ferramentas de visualização e de demonstrações e a possibilidade de se efetuarem simulações locais ou a distância expandem as percepções humanas, permitindo o reconhecimento de inter-relações e fundamentos tácitos que, de outras maneiras, estariam imperceptíveis.

Comparando-se o desempenho de estudantes em experimentos reais e com a utilização de simuladores, observa-se que a simulação facilita a exploração de diversas

situações que, na prática, não seriam analisadas por questão de custos, desperdícios ou riscos. As conexões de componentes na montagem de experimentos são muito mais simplificadas quando feitas com ferramentas virtuais. Existe uma tendência de os alunos trabalharem de forma empírica, sem um planejamento e cuidados prévios pois, caso haja algum dimensionamento ou montagem incorreta, eles receberão no máximo uma mensagem de erro. Isto acarreta, nos alunos, uma falsa sensação de domínio de certas habilidades, o que deve ser devidamente corrigido através de orientação dos professores.

Situações como a inversão da polaridade de um componente elétrico como o capacitor eletrolítico, por exemplo, na prática podem acarretar explosão do componente, enquanto numa simulação, ocorrerá apenas uma mensagem de erro ou simplesmente o dispositivo ensaiado não funcionará. As limitações dos experimentos simulados, comparadas aos experimentos reais, devem ser salientadas pelos tutores do processo ensino-aprendizagem de forma a minimizar a tendência de acomodação do estudante diante das facilidades e ausência de riscos e custos do ambiente virtual.

Através da análise do desempenho dos estudantes que tiveram a oportunidade de manter contato com os instrumentos de medição antecipadamente, observou-se o melhor aproveitamento dos ensaios simulados. Ficou claro, nestes alunos, que houve uma nítida associação entre os instrumentos e componentes virtuais com os reais já apresentados previamente, criando-se um senso de responsabilidade e profissionalismo maior. Naturalmente, esta conclusão não descarta a possibilidade de substituição dos equipamentos reais por simulados, apenas salienta a validade e a necessidade de um contato prévio dos estudantes com os equipamentos reais para efeito de associações futuras com as situações simuladas.

No sentido inverso, ou seja, analisando-se o aprendizado prévio com simuladores em situações práticas nos laboratórios reais, destaca-se ainda mais a necessidade de explicações escritas ou demonstrativas com imagem sobre as interferências das variáveis reais não encontradas ao longo das simulações, evitando assim a formação de profissionais despreparados para atuação nas diversas situações a que podem vir a ser submetidos em seus trabalhos futuros.

Pela análise dos simuladores existentes, conclui-se que as melhores opções para aplicação destas ferramentas no ensino remoto são as dos programas que apresentam laboratórios completos, incluindo os instrumentos de geração de energia, geração de sinais e medição, além de uma ampla biblioteca de componentes como, por exemplo, o TINA e o EWB. Alguns simuladores que apresentam características multidisciplinares como o

Crocodile Physics, desde que em versões com bibliotecas mais amplas, constituem um importante auxílio à experimentação de conteúdos de bases científicas complementares aos estudos principais, lembrando-se que os cursos de graduação, em nível superior, não são apenas compostos de conteúdos programáticos de base específica (tecnológica).

A utilização de softwares de trabalho *off-line* (local) tem um papel relevante nos cursos remotos. A organização de centros remotos ou pólos, contendo laboratórios de Informática nos quais estas ferramentas estejam instaladas, proporciona às instituições mantenedoras dos programas de ensino uma redução considerável de custos em virtude da minimização de gastos com equipamentos reais e com a aquisição de programas de computadores, uma vez que não é necessária a compra de cópias individuais para os estudantes. Além do fator econômico, os simuladores *off-line* proporcionam uma ampla riqueza de recursos aos experimentos, tornando-os muito mais próximos dos ensaios reais. Alguns instrumentos de medição virtuais existentes nos softwares aqui apresentados são inacessíveis financeiramente em grande quantidade, como o Bode *Plotter*, *Network Analyzer* e osciloscópios multicanais digitais.

Na medida em que a velocidade de acesso à Internet for incrementada e disponibilizada aos estudantes brasileiros, softwares *on-line* de maior porte e maiores recursos podem ser disponibilizados via Web. Os laboratórios remotos, atualmente em estado primitivo, tornar-se-ão mais viáveis do que no momento. Tem-se aí uma tecnologia que necessita e merece aprimoramentos, pois, ao contrário dos experimentos simulados, a experimentação com laboratórios remotos não possui resultados provenientes de cálculos teóricos com apresentação gráfica, imitando fenômenos naturais. Não se trata de ilusão próxima da realidade, trata-se de experimentação real mas remota, telecontrolada.

Considera-se esta a situação ideal, na qual estudantes, sem a necessidade de estarem presentes em laboratórios específicos ou sem que seja necessária a instalação de programas, executam experimentos completos até mesmo a partir de seus lares. As tecnologias emergentes de realidade virtual e de visualização em terceira dimensão apontam para uma aplicação em laboratórios de ensino totalmente virtuais com uma eficácia que se supõe maior do que a simples simulação, desde que a acessibilidade seja incrementada e os acessórios relacionados com estas tecnologias tornem-se mais acessíveis em termos de custos.

Dentro do contexto atual, a utilização devidamente planejada dos recursos existentes nas três formas de simulação (*on-line*, *off-line* e laboratórios remotos) é recomendada, superando-se assim as deficiências individuais de cada uma destas ferramentas. Todas elas ainda apresentam, em algumas situações, uma grande distância da realidade.

Ainda levando-se em consideração as limitações das ferramentas existentes, recomenda-se que não aconteça, nos planejamentos de programas de ensino prático, a substituição de todas as experiências por situações simuladas, devendo-se selecionar criteriosamente quais são os experimentos propostos com a finalidade principal de fixação ou comprovação/consolidação de projetos e quais são propostos para que o estudante adquira experiência prática com situações de instabilidade ou de interferência de variáveis externas não controláveis. Neste último caso, recomenda-se o experimento real ou no máximo demonstrações via vídeo, com comentários salientando a diferença entre as situações teóricas ou simuladas eventualmente exploradas e as reais.

Os experimentos práticos, em geral, implicam maior número de explicações a respeito do funcionamento de dispositivos, operação de instrumentos e formas de medições. Os recursos de interatividade remota podem minimizar as deficiências proporcionadas pela distância do orientador, mas, da mesma forma que já se pratica em programas de graduação a distância atualmente, recomenda-se a existência de tutores presenciais nos laboratórios dos centros remotos, caso estes ambientes venham a fazer parte da estrutura da instituição ofertante do curso em questão.

Quanto aos conhecimentos prévios de informática que deverão ser adquiridos pelos alunos, observa-se que as interfaces gráficas existentes permitem um auto-desenvolvimento satisfatório, sendo relevante a apresentação anterior de instruções de utilização dos softwares, bem como noções básicas de manuseio de arquivos, menus e Internet. Os estudantes com maior domínio de informática exploram com mais facilidade os recursos das ferramentas utilizadas, obtendo maior aprofundamento e precisão nos resultados dos experimentos. Um cuidado que se deve tomar ao se planejar a utilização destas ferramentas é de que a proficiência a respeito da ferramenta de simulação não se torne mais importante do que o conteúdo estudado. Uma das principais desvantagens da aplicação desta espécie de ferramenta, detectada nesta pesquisa, vem a ser a necessidade de um domínio mínimo dos recursos do software para se obter maior aprofundamento e exploração de conteúdos. Isto ocorre mais especificamente com os simuladores *off-line*, haja vista a maior simplicidade dos instrumentos *on-line* e também o fato de estes serem experimentos parcialmente pré-elaborados.

Pode-se classificar os experimentos tecnológicos em duas categorias básicas: aqueles projetados para tornar conceitos teóricos mais claros e experimentos programados para substituir ensaios de laboratórios reais, cuja finalidade principal é aproximar o estudante de situações em que existam múltiplas variáveis e parâmetros dificilmente controláveis.

Experimentos básicos, envolvendo demonstrações e gráficos, encontram nas ferramentas de simulação *on-line* a melhor opção, pela facilidade de intercalação com hipertextos. Esta técnica pode vir a auxiliar, também, na substituição dos exercícios de assimilação e compreensão, comuns em aulas teóricas. Ensaios que envolvem equipamentos mais sofisticados ou que necessitam de ênfases sobre as variáveis ambientais ou sobre os parâmetros reais dos componentes e instrumentos, tendem a ser melhor realizados em laboratórios remotos. Nas situações em que os estudantes devem desenvolver projetos, ensaiá-los em múltiplas situações, com orientação e acompanhamento remoto do professor, os simuladores *off-line* apresentam melhores recursos. Enfim, nenhuma das tecnologias aqui estudadas é excludente; todas são complementares e merecem estudos e melhorias tanto no aspecto funcional como de metodologias para sua melhor aplicação no ensino a distância.

Observa-se, com ensaios em programas de ambientes virtuais, que o exercício simulado sobre as diversas áreas do conhecimento proporciona um aprimoramento e a facilitação da fixação de conhecimentos na memória de longo termo do ser humano. A liberdade de repetição de ensaios com variáveis diversas e com todos os recursos à disposição, a partir de simples “cliques” do mouse, permite explorações muitas vezes inviáveis em situações reais.

As técnicas de simulação, em particular aquelas que utilizam imagens interativas, não substituem os raciocínios humanos, mas prolongam e transformam a capacidade de imaginação e de pensamento.(LÉVY, 1999).

A experimentação prática virtual e remota ainda merece atenção de pesquisadores no aspecto tecnológico, com o intuito de se ampliar o acesso de estudantes e professores a ferramentas sofisticadas, tais como as empregadas em realidade virtual. A transmissão de vídeo e de imagens com alto grau de detalhamento via Internet ainda é precária mas, com a distribuição por fibra óptica e a ampliação da Internet II, esta deficiência poderá ser contornada gradativamente.

Para Dede (1995, p.10),

As tecnologias de informação assemelham-se mais às roupas do que ao fogo. O fogo é uma tecnologia maravilhosa porque, sem sabermos nada a respeito de como funciona, pode-se aquecer-se apenas pela aproximação. As pessoas às vezes consideram os computadores, televisores e as telecomunicações frustrantes por esperarem destes dispositivos a emanção de conhecimentos. Mas todas as tecnologias de informação comparam-se mais às roupas, que para tirar-se proveito delas é necessário que elas façam parte do nosso espaço pessoal, costuradas e moldadas de acordo com as nossas necessidades.

Portanto, as ferramentas de simulação fazem com que os estudantes adquiram

conhecimentos de uma forma participativa e não de forma simplesmente passiva ou observatória.

A simulação por computador, nas diversas áreas do conhecimento, permite ao estudante e aos pesquisadores a “exploração de modelos mais complexos e em maior número do que se estivesse reduzido aos recursos de sua imagística mental e de sua memória de curto prazo” (LÉVY, 1993). Pode-se afirmar que, em certas situações, a simulação por computador pode atingir efeitos cognitivos superiores aos obtidos nas experiências práticas reais.

Para que consigamos concretizar o desafio de levar os estudantes da simples assimilação até a apropriação do conhecimento, necessitamos desenvolver meios que alavanquem a construção do conhecimento por aprendizes de todos os níveis, ajudando-os a encontrarem sentido nas fontes de informação inconsistentes e incompletas (DEDE, 1996).

Cada ser humano responde de forma diferenciada a estímulos externos, em situações diversas, como numa simulação e numa ação real. Fazem-se necessárias, também, metodologias próprias de ensino para cada área do conhecimento.

A simples aplicação de aparatos tecnológicos não garante a eficácia do ensino. O fato de estudantes e docentes saberem como utilizá-los corretamente não significa que o processo ensino-aprendizagem está se realizando. Muitas vezes o deslumbramento com as novidades e facilidades tecnológicas pode levar a uma dispersão, desviando-se da missão principal da ferramenta.

3. Sobre o modelo de gestão proposto

Buscando-se a efetividade e a eficácia no processo ensino-aprendizagem, o modelo de gestão proposto pretende proporcionar aos diversos atores e elementos tecnológicos que compõem sua arquitetura, uma harmonia e sincronismo de ações que levem os estudantes ao melhor resultado de aquisição de conhecimentos, habilidades e competências possível. No caso do grupo experimental de Introdução à Eletricidade, a eficácia do modelo ficou mais destacável pelo fato de que a grande maioria dos envolvidos não possuía ainda conhecimentos, nem teóricos nem práticos, a respeito dos conteúdos abordados. Em Circuitos Elétricos, constatou-se a evolução dos alunos, mas, de certa forma, a bagagem teórica e prática advinda do primeiro período pode ter contaminado sensivelmente os resultados, por mais que a aplicação de pré-testes e pós-testes objetivasse minimizar as interferências externas.

O modelo final, já no seu formato mais aprimorado, após a pesquisa preliminar, demonstrou, sob o ponto de vista educacional, possuir grande validade didático-pedagógica,

constatada pela evolução dos resultados dos alunos nos testes aplicados. No aspecto administrativo-pedagógico, algumas deficiências ainda podem ser minimizadas com a inclusão de mais elementos humanos na arquitetura do modelo, já que as TIC e o simulador adotados atenderam plenamente às expectativas. Falta uma maior potencialização destes recursos tecnológicos com sua correta utilização pelo professor e por tutores e monitores, atores apontados como necessários na pesquisa. O professor pesquisador desempenhou o papel destes vários atores do processo.

A construção colaborativa de conhecimento, na forma em que foi desenvolvida, com simulações individuais e posteriormente o compartilhamento de arquivos, proporcionou aos alunos uma espécie de dinâmica de grupo assíncrona com um caráter quase lúdico. Em entrevista com os alunos que, na enquete, preferiam o trabalho presencial, revelou-se a dificuldade nas suas competências comunicativas por escrito, motivo pelo qual participaram pouco do fórum e preferiram a comunicação oral presencialmente. Deve-se levar em consideração que, a exemplo de um problema crônico do setor produtivo, onde constata-se a heterogeneidade na competência comunicativa oral e escrita entre os diversos atores, as descrições de conteúdos e avaliações de um curso não podem se basear apenas num meio de comunicação. A grande maioria demonstrou-se motivada na participação do fórum, principalmente a partir do momento em que este passou a ser desafiador, quase como um jogo, em que, nas simulações individuais, obtinham soluções e imediatamente as compartilhavam, antes dos demais. Deste fato conclui-se que o planejamento das atividades teórico-práticas por parte do professor, para o trabalho colaborativo, deve contemplar um desafio tal que motive a participação e amplo debate.

A busca de uma configuração mais avançada de ambiente virtual de discussão que permita, dentro do próprio fórum, a troca de arquivos resultantes de simulações como o “.ewb” poderá agilizar a comunicação das equipes entre si e com o professor, no desenvolvimento de projetos com como método colaborativo. Nesta pesquisa foi utilizada a lista de *e-mails* como alternativa em paralelo ao fórum. Esta ferramenta integrante do e-Proinfo foi muito bem utilizada pelas equipes e demonstrou versatilidade para a aplicação neste modelo, um dos pontos altos da construção do conhecimento neste modelo.

O trabalho colaborativo da segunda prática demonstrou que a imersão total do professor no fórum, tirando dúvidas e desempenhando o papel de moderador, trouxe um volume de atividades muito intenso e implicou o acesso contínuo do professor ao ambiente, pois, caso sua interação não acontecesse ou demorasse, poderia comprometer o trabalho das equipes. Isto demonstra, mais uma vez, a necessidade da inclusão de tutores no modelo,

principalmente se o número de participantes ou de turmas for elevado. Por outro lado, é de fundamental importância que as intervenções sejam de um professor (auxiliar) ou tutor que tenha domínio teórico e prático absoluto sobre o tema.

Analisando-se separadamente a contribuição de cada elemento do modelo, pode-se afirmar que todas as TIC e o simulador atenderam às expectativas, cabendo aqui apenas recomendações quanto às suas configurações para otimizá-los para o modelo e não quanto a suas especificações técnicas ou de versão.

Inicialmente, com relação ao uso do EWB nesta arquitetura, recomenda-se a construção, por parte dos elaboradores do curso, de arquivos “.ewb” com exemplos de circuitos montados previamente que apliquem os recursos mais avançados, como do Bode Plotter. Desta forma, os alunos já partiriam, em seus ensaios, de uma configuração mínima pré-elaborada que, ao mesmo tempo, enriqueceria o tutorial sobre o simulador. Estes arquivos pré-elaborados, além de funcionarem como templates, também funcionam como objetos de aprendizagem reaproveitáveis em outros experimentos ou cursos.

As aulas sobre as TIC e EWB a distância, utilizando-se a videoconferência PARLA, com alunos do grupo experimental, também atingiram o seu propósito. Durante a exposição com áudio e vídeo em tempo real, o recurso que melhor se aplicou ao modelo foi o de compartilhamento de telas, com a visualização simultânea das simulações efetuadas no computador do professor nas telas dos computadores dos alunos. Inicialmente, algum tempo é ocupado com o domínio e configuração individual dos computadores de cada aluno. Este contato e orientação individual, num curso com maior número de participantes, necessita de monitores treinados para esta finalidade.

No planejamento do cronograma do curso, além das aulas expositivas sobre as ferramentas, via videoconferência, poderão ser programadas aulas via PARLA ou dispositivo equivalente, sobre os primeiros experimentos. Neste caso, o compartilhamento de tela do professor com os alunos poderá se alternar, para que o professor e demais alunos vejam as conexões e simulações que um determinado aluno está elaborando.

O modelo de curso proposto, em termos logísticos, atende plenamente ao perfil do estudante brasileiro (SANCHEZ, 2005), ou de qualquer localidade, que disponha de poucas horas semanais para estudos em virtude de atividades profissionais. Logicamente, isto vai depender também do planejamento dos experimentos e conteúdos por parte do professor e coordenador do curso. As ferramentas adotadas não exigem instalações ou configurações complexas, podendo ser utilizados tanto computadores particulares como os de uso no trabalho ou em locais de locação temporária. A ferramenta PARLA, por exemplo, utiliza o

próprio navegador da Internet para efetuar as videoconferências. O software EWB ocupa apenas 2M Bytes de espaço e cada arquivo em média 20l Bytes. Os experimentos, fóruns e interações com o professor, por mais que aconteçam de forma assíncrona, ocupam menos tempo para sua execução, conforme revelou a enquete. Outra vantagem constatada é que estes experimentos não implicam nenhum custo para os participantes com a aquisição de componentes.

O planejamento prévio do curso e seus experimentos é uma etapa essencial do processo como um todo. Recomenda-se, a exemplo do ocorrido na pesquisa preliminar, antes do início das aulas, um período de ensaios e ajustes prévios de todas as TIC e simulador por parte do professor, tutores e monitores. Desta forma pode-se minimizar os eventuais problemas técnicos e a conseqüente interferência no processo de ensino-aprendizagem.

Conforme constatado na avaliação do modelo principal, o professor desempenhou pelo menos quatro atribuições principais: professor, tutor, monitor e registro acadêmico. No modelo mais completo, para a gestão de cursos com mais de uma turma, sugere-se a implementação no modelo de ao menos mais dois atores: tutor e monitor. Na figura 39 o modelo de gestão ampliado é representado.

No modelo ampliado proposto, o tutor desempenha o papel didático-pedagógico mais direto com os alunos com as seguintes atribuições:

- Solução de dúvidas por *e-mail*.
- Correção de experimentos simulados e relatórios.
- Imersão e moderação de fóruns (e-Proinfo)
- Avaliações presenciais e/ou a distância.
- Aulas em videoconferência (PARLA) ou presenciais sobre as TIC e EWB.

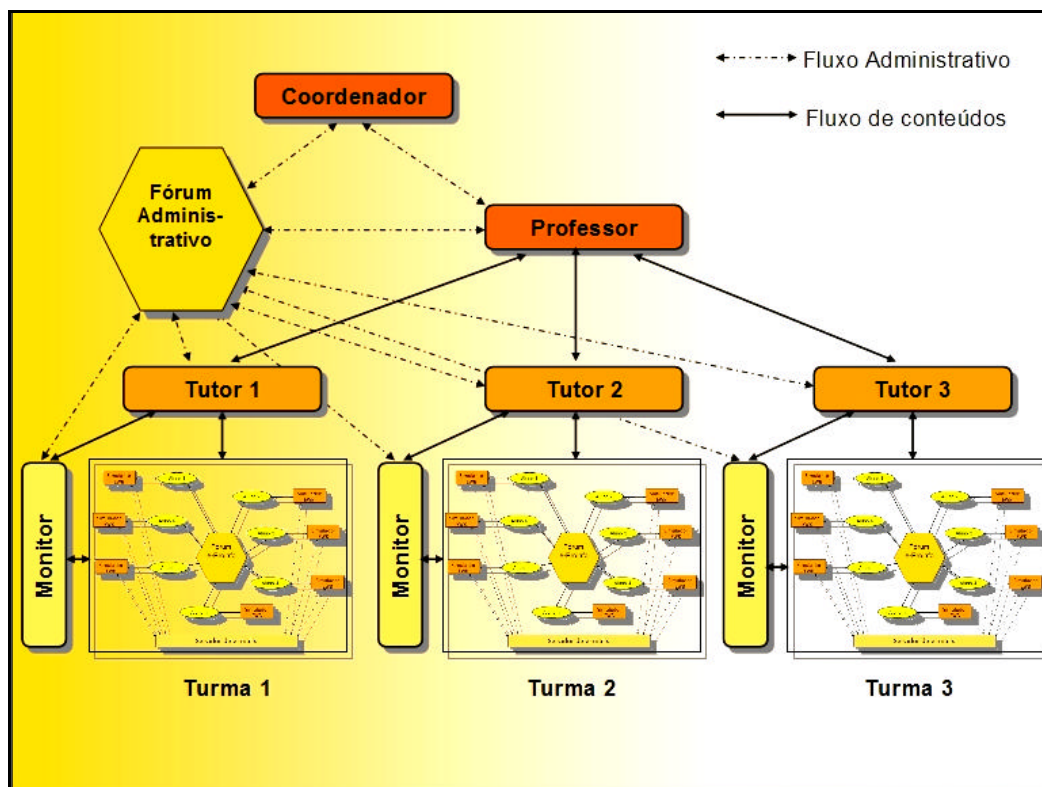


Figura 39 - Modelo de gestão ampliado

Fonte: Pesquisador (2007).

Os monitores desempenham papéis também diretamente com os alunos. A monitoria atua presencialmente, no caso da existência de pólos remotos em outras localidades distantes da Universidade. Na inexistência de pólos, os monitores desempenham o mesmo papel remotamente. Suas atribuições são as seguintes:

- Apoio logístico local;
- Configuração do LMS;
- Configuração do EWB (para cada aluno se necessário);
- Configuração do PARLA para cada aluno;
- Aplicação de testes;
- Trâmite de material didático e documentos;
- Registro de frequência;
- Apoio no registro acadêmico.

Com a inclusão dos tutores e monitores no processo, o professor passa a ser responsável pelo conteúdo estudado e planejamento das práticas e tarefas distribuídas, além da coordenação das atividades dos demais envolvidos. Conforme sua disponibilidade, poderá atuar nos fóruns dos alunos juntamente com os tutores.

Durante a pesquisa, o professor, ao desempenhar todas estas funções, tinha a grande vantagem de ter conhecimento de todos os acontecimentos; o processo decisório; pedagógico ou administrativo, estava centralizado. Num modelo de gestão ampliado, a inclusão de diversos atores implica a administração de dois fluxos que demandam uma comunicação ágil e de acesso coletivo: informações de conteúdos didáticos e informações administrativas. Num modelo de gestão envolvendo vários atores, o conceito de visão compartilhada (SENGE, 2001) deve ser aplicado, com o objetivo de que todos os elementos, independentemente de funções ou níveis hierárquicos, tenham uma visão de todo o processo e de todo o fluxo de informações. Uma ferramenta proposta para este modelo, que virá a facilitar a visão do todo deste processo, é a criação de um fórum administrativo, no próprio LMS do curso, em que professores, tutores e monitores interajam durante o planejamento e execução do curso.

Quanto ao aspecto de registro acadêmico de matrículas e notas dos alunos, o LMS adotado atendeu às necessidades, considerando-se que não haveria continuidade do modelo a distância em outros módulos ou semestres. Porém, para um curso completo em EAD, este tipo de gerenciador não se aplica, sendo necessário o desenvolvimento de uma interface de dados com o sistema acadêmico da Universidade ou de um módulo de registros de diários de classe e currículos associado ao LMS. Esta atribuição deverá ser desempenhada por setor próprio da instituição ou pela monitoria.

A tutoria e monitoria, em tempo real pela Internet ou por telefone, é um incremento essencial ao modelo quando se tratar de curso regular, independentemente do número de participantes. O ensino tecnológico exige a demonstração de uma série de imagens, diagramas e dispositivos durante interações síncronas. A ferramenta PARLA, além de permitir a interação com som e imagem, possibilita o rápido compartilhamento de arquivos e, principalmente, que ambas as partes compartilhem em tempo real suas telas com as simulações na medida em que vão sendo desenvolvidas. Este dispositivo, além de permitir a interação entre duas partes, possibilita a criação de salas virtuais nas quais vários alunos podem ingressar, a qualquer momento, e interagir com o tutor disponível no ambiente. Este elemento, já integrante do modelo proposto, deve ser melhor explorado tanto nas aulas expositivas quanto nas tutorias ao longo do curso.

O modelo proposto como um todo buscou a otimização dos recursos tecnológicos e humanos envolvidos, objetivando a eficácia no desenvolvimento de conhecimentos, competências e habilidades nos estudantes de cursos tecnológicos a distância. Porém, os professores, em conjunto com a coordenação do curso, devem definir, durante a elaboração do projeto pedagógico curricular, a dosagem entre aulas e experimentos presenciais e a distância.

4. Trabalhos futuros

Algumas pesquisas complementares a esta podem ainda ser elaboradas em busca de modelos mais aprimorados, na medida em que novas TIC e tipos de simuladores vão sendo desenvolvidos, mas os estudos prioritários aqui recomendados são aqueles que envolvem a melhoria da qualidade de ensino a distância ou metodologias adequadas para cada tipo de conteúdo abordado, de forma teórica ou experimental. Paralelamente, as próprias tecnologias envolvidas também podem ser implementadas e customizadas para fins didáticos, conforme já citado, como no aprimoramento das ferramentas de trabalho colaborativo para experimentos simulados, simuladores com compartilhamento de dados e imagens *on-line*.

Existe uma grande demanda para a criação de objetos de aprendizagem dedicados ao ensino tecnológico que possam ser compartilhados entre as diversas universidades em formatos de redes como a RIVED.

Todas as pesquisas, assim como a aqui relatada, relacionadas com o Ensino a Distância, envolvem muitas ferramentas tecnológicas, que estão em constante aprimoramento. O que não se pode perder de foco, quando da modelagem das ferramentas e modelos de gestão, é o propósito principal destas pesquisas, o aprimoramento das formas de acesso dos seres humanos ao conhecimento.

REFERÊNCIAS

- ABED - Associação Brasileira de Educação a Distância. Disponível em: <<http://www.abed.org.br>>. Acesso em: 12 jun. 2007.
- AEDO, I.; CATENAZZI, N.; DÍAZ, P. The evaluation of a hypermedia learning environment: The CESAR experience. **Journal of Educational Multimedia and Hypermedia**, Chesapeake, VA, EUA, v. 5, p. 49-72, 1996.
- ANDERSON, N. H. Test of a model for opinion change. **Journal of Abnormal Social Psychology**, Nova York, n. 59, 1959.
- ATO GARCÍA, M. **Topología de los diseños cuasi-experimentales**. Washington, Madrid: Síntesis Psicología, 1998. (Métodos de Investigación en psicología)
- BARILLI, E. C. V. C. **The use of the technology of virtual reality in distance education: the professional qualification as strategy for the combat to the malnutrition in Brazil**. In: THE 9th WORLD MULTI-CONFERENCE ON SYSTEMICS, CYBERNETICS AND INFORMATICS, Orlando, 2005.
- BASSEN, A.; MARCOVITZ, D.; HAMZA, K. *et al.* **Remote Labs: An Innovative Leap in the World of Distance Education**. In: THE 4th WORLD MULTICONFERENCE ON SYSTEMICS, CYBERNETICS AND INFORMATICS (SCI 2000), Orlando, Florida, 2000.
- BERICAT, E. **La integración de los métodos cuantitativo y cualitativo en la investigación social. Significado y medida**. Barcelona: Ariel Sociologia, 1998.
- BOGDAN, R.; TAYLOR, S. **Introduction on qualitative research methods**. Nova York: John Wiley, 1975.
- CAMPBELL, D.; STANLEY, J. **Delineamentos experimentais e quase-experimentais de pesquisa**. São Paulo: Editora de USP, 1979.
- CASAS, L. A. A. **Contribuições para a modelagem de um ambiente inteligente de educação baseado em realidade virtual**. Florianópolis, 1999. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina.
- CNPQ. Disponível em: <<http://www.cnpq.br>>. Acesso em: 12 jun. 2007.
- CNPR. Disponível em: <<http://www.cnpr.br>>. Acesso em: 12 jun. 2007.
- COOK, T. D.; REICHARDT, C. H. **Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa**. Madrid: Morata, 1986.
- DEDE, C. Emerging Influences of Information Technology on School Curriculum. **Journal of Curriculum Studies**, New York, n. 63, 2000.
- _____. Emerging Technologies and Distributed Learning. **The American Journal of Distance Education**, New York, n. 10, jan. 1996.

_____. **Testimony to the U.S.** In: CONGRESS, HOUSE OF REPRESENTATIVES, JOINT HEARING ON EDUCATIONAL TECHNOLOGY IN THE 21st CENTURY. Washington, out. 1995.

DEDE, C.; SALZMAN, M. E; LOFTIN, B. Science Space: Virtual reality for Learning Complex and Abstract Scientific Concepts. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL ANUAL DO IEEE, **IEEE Press**, New York, 1996.

DU BOULAY, B.; MIZOUGUCHI, R. **The Simquest Authoring System for Simulation-Based Discovery Learning, Artificial Intelligence in Education**. EUA: IOS Press, 1997.

EPRONFO MEC. Disponível em: <<http://www.epronfo.mec.gov.br>>. Acesso em 20 fev. 2007.

FIALHO, F. A. P. **Ciências da cognição**. Florianópolis: Insular, 2001.

FLANAGAN, D. **Java in a Nutshell**. New York, O'Reilly Publications, nov. 1999.

GEARY, D. M. **Graphic Java 2**. New York, Prentice Hall, mar. 1999.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1999.

GILLET, D.; NGOC, V. N.; REKIK, Y. Collaborative Web-based experimentation in flexible engineering education. **IEEE Transactions on education**, Nova York, 2005.

GMU - George Mason University. EUA. Disponível em: Disponível em: <<http://www.virtual.gmu.edu/>>. Acesso em: 01 jun. 2007.

GORDILLO, J. L., MARTINEZ, H., RODRIGUEZ, J. J. *et al.* Laboratorio Virtual de Robótica del Sistema ITESM. **Propuesta de proyecto para el Sistema ITESM**. Monterrey, mar. 1995.

GROS, B.; SPECTOR, J. M. Evaluating automated instructional design systems: A complex problem. **Educational Technology**, Englewood Cliffs, NJ, 1994.

HAMBLIN, J. Rapid Prototyping of Digital Systems. **Kluwer Academic Publishers**. New York, set. 1999.

HAWKINS, J. O uso de novas tecnologias na educação. **Revista TB**, Rio de Janeiro, v. 120, p. 57-70, jan./mar. 1995.

HUISMAN W.; VRIES, F. de. Functions and design of educational simulation programs. **COP**, Open University Heerlen, 1991.

IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers. **Draft Standard for Learning Object Metadata**. New York: Learning Technology Standards Committee, 2002.

ILog. Disponível em: <<http://www.ilog.com.br>>. Acesso em: 12 jan. 2007.

ITESM - Instituto Tecnológico de Monterrey. Laboratorio Virtual de Robótica y Manufactura. Disponível em: <<http://www-cia.mty.itesm.mx/~gordillo/LVRM/LVRM.res.html>>. Acesso em: 17 jul. 2003.

JAAKOLA, T; NURMI, S.; LEHTINEN, E. **In quest of understanding electricity-Binding simulation and laboratory work together**. Canada: American Educational Research Association, 2005.

JONES, G. R.. **Cyber Schools – An Education Renaissance**, Jones Digital Century, Inc pp. 58 & 128, 1997.

JÚPITER. **Eletricidade e Física Florida Atlantic University EUA**. Disponível em: <<http://jupiter.cse.fau.edu/directory.html>>. Acesso em: 20 fev. 2003.

LabIUtil - Laboratório de Utilizabilidade da Informática da UFSC. Disponível em: <<http://www.labiutil.inf.ufsc.br>>. Acesso em: 20 jul. 2005.

LAKATOS, E M.; MARCONI, M. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 1996.

LEIDNER, D. E., JARVENPA, S. L. The use of information technology to enhance management school education: a theoretical view. **MIS Quartely**, Set. 1995.

LEÓN, O.; MONTERO, I. **Diseño de investigación: introducción a la lógica de la investigación en psicología y educación**. Madrid: Mc Graw Hill, 1993.

LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência. O Futuro do pensamento na era da informática**. Rio de Janeiro: 34, 1993.

_____. **Cibercultura**. Rio de Janeiro: 34, 1999.

_____. **O que é o virtual?** Rio de Janeiro: 34, 1996.

LITWIN, E. **Tecnologia educacional**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

LRV - Laboratório de Realidade Virtual da UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<http://www.lrv.ufsc.br/demos>>. Acesso em: 15 jun. 2001.

LUCHESI, C.C. Democratização da educação: ensino a distância como alternativa. **Tecnologia Educacional**, Rio de Janeiro, ABT, n. 89/90/91, jul/dez. 1989.

MEC - Ministério da Educação e Cultura. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br/sesu>>. Acesso em: 23 ago. 2004.

MENDES, M. **Ferramentas Virtuais na Educação Tecnológica a Distância: o caso dos Laboratórios virtuais e softwares de simulação**. Florianópolis, 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina.

NEGROPONTE, N. **A vida digital**. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

NETTO, É. J. **Universidade tecnológica**. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE UNIVERSIDADES TECNOLÓGICAS DO MINISTÉRIO DE EDUCAÇÃO. Brasília, MEC, 25 de out. 2005.

OLVER, M.; GORDILLO, J. L. **Simulación de un sistema de visión conectado a un brazo robótico**. In: XXXI RESEARCH AND DEVELOPMENT CONFERENCE OF THE ITESM SYSTEM, DIE-ITESM., Mexico, Monterrey, 2001.

PORTAL MEC. Disponível em: <<http://www.potal.mec.gov.br/seed/>>. Acesso em: 17 jun. 2007.

RICHARD, J.-F. **Les Activités Mentales**. Paris: Armand Polin, 1990.

RIOS, H. F. Potencial de la Realidad Virtual. **Soluciones Avanzadas**, n. 22, p. 10-11, 1994.

RIVED - Rede Interativa Virtual de Educação. Disponível em <<http://www.rived.mec.gov.br>>. Acesso em: 23 mar. 2007.

RONEN, M.; ELIAHU, M. Simulation-A bridge between theory and reality: the case of electric circuits. **Journal of Computer Assisted Learning**, Nova York 2000.

SALOMON, R. An extension of control group design. **Psychological Bulletin**, Washington n. 46, 1949.

SAM, H.; BASSEN, A.; ILYAS, M. **A java-based remote laboratory for distance education**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING EDUCATION, Taipei, Taiwan, ago. 2000.

SANCHEZ, F. **Anuário brasileiro estatístico de educação aberta e a distancia**. São Paulo: Monitor Editorial, 2005.

SENGE, P. M. **A quinta disciplina. Arte e prática da organização de aprendizagem**. Tradução de OP Traduções. São Paulo: Best Seller, 2001.

SILVA, C. M. Avaliação de software educacional hipermídia: a contribuição de especialistas e usuários. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos-INEP**, Brasília, 1998.

SWAAK, J.; DE JONG, T. Discovery simulations and the assessment of intuitive knowledge. **Journal of Computer Assisted Learning**, Oxford, 2002.

TEIXEIRA FILHO, J. **Comunidades virtuais**. Rio de Janeiro: SENAC, 2002.

THOMAS, R. Y.; HOOPER, E. Simulation: An opportunity we are missing. **Journal of Research on Computing in Education**, Nova York, 1991.

TIFFIN, J.; RAJASINGHAM, L. **In search of virtual class**. Londres: Routledge, 1995.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**. São Paulo: Atlas, 1995.

UNIME - Instituto de Física e Medicina da Itália. Disponível: <http://ww2.unime.it/weblab/ita/kim/momento/moment_ita.htm>. Acesso em: 22 mar. 2007.

URJC - Universidade Rei Juan Carlos. Espanha. Disponível em: <<http://www.escet.urjc.es/sinternet/labfisica.html>>. Acesso em: 22 ago. 2005.

WILEY, D. A. Conecting learning objects to instructional theory: A definition, a methaphor and a taxonomy. **The Instructional Use of Learning Objets**, Nova York 2001.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS

MARTINS, O. B. **A educação superior a distância e a democratização do saber.** Petrópolis: Vozes, 1991

NISKIER, A. **Tecnologia educacional.** São Paulo: Vozes, 1993.

APÊNDICES

Apêndice 2 – Planilhas de observação

Primeira atividade experimental

Tarefa:.....

Aluno:

| | Desenvolvimento | | | | |
|--|-----------------|---|---|---|---|
| Habilidades | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Montagem de circuitos | | | | | |
| Uso de instrumentos de medição | | | | | |
| Identificação de falhas | | | | | |
| Identificação de limites | | | | | |
| Sensibilidade para controle de circuitos | | | | | |
| Interpretação de resultados | | | | | |
| Relação entre teoria e prática | | | | | |
| Análise crítica do experimento | | | | | |

1- ruim; 2 – não aceitável; 3 – aceitável; 4 – bom; 5 – muito bom

Segunda atividade experimental

Tarefa:.....

Aluno:

| | Desenvolvimento | | | | |
|--|-----------------|---|---|---|---|
| Ações | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Compreensão do problema | | | | | |
| Desenvolvimento e evolução dos planos | | | | | |
| Pertinência e qualidade das intervenções dos alunos | | | | | |
| Aplicação correta dos princípios de análise de circuitos | | | | | |
| Interpretação dos resultados | | | | | |
| Análise crítico e conclusões | | | | | |

1 – ruim; 2 – não aceitável; 3 – aceitável; 4 – bom; 5 – muito bom

ANEXOS

Anexo 1 – Instituições Credenciadas/Cursos ou Programas Autorizados

| Instituições Credenciadas/Cursos ou programas autorizados | | | |
|--|--|--|--------------------------------------|
| Cursos de Graduação a Distância | | | |
| Instituição | Curso | Parecer | Portaria |
| Centro Universitario Herminio Ometto de Araras | Normal Superior, licenciatura em Educação Infantil e Licenciatura para os Anos Iniciais do ensino fundamental | Parecer nº CES/CNE0113/2004 | Portaria nº 1500/04 |
| Faculdade de Administração de Brasília | Administração, bacharelado com habilitação em Administração Geral | Parecer CES/CNE nº 896/01 | Portaria nº 1604/01 |
| Faculdade de Tecnologia e Ciências | Licenciatura em Geografia e Licenciatura em História / Licenciatura em Física, Licenciatura em Química, Licenciatura em Matemática, e Licenciatura em Biologia / Licenciatura em Letras – Português/Inglês / Licenciatura em Ciências Naturais, a distância, / Curso Normal Superior – Licenciatura para Séries Iniciais do Ensino Fundamental | Parecer CES/CNE nº 164/2004 | Portaria nº 2.144/04 |
| Faculdade Integrada da Grande Fortaleza | Programa Especial de Formação Pedagógica nas áreas de Licenciatura em Biologia, Licenciatura em Língua Portuguesa e suas Literaturas, Licenciatura em Matemática, Licenciatura em Química, Licenciatura em Física e Licenciatura em Arte Educação | Parecer CES/CNE nº 162/2004 | Portaria n. 2.143/04 |
| Instituto UVB.BR | Ciências Econômicas, Secretariado Executivo e Administração com as habilitações: Administração de Empresas e Marketing | Parecer CES/CNE nº 17/03 | Portaria nº 1068/03 |
| Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul | Graduação em Engenharia Química | Parecer CNE/CES nº 1285/2001 | Portaria nº 71/2002 |
| Universidade de Brasília | Pedagogia, habilitações: docência multidisciplinar na Educação infantil e docência multidisciplinar nos anos iniciais do ensino fundamental.(Autorizão em caráter experimental) | Relatório 232/2003 MEC/SESu/DEPES /CGIPS | Portaria nº 1.060/03 |
| Universidade de Brasília | Pedagogia, habilitações: docência multidisciplinar na Educação infantil e docência multidisciplinar nos anos iniciais do ensino fundamental (Credenciamento) | Parecer CES/CNE nº 0340/03 | Portaria nº 4.055/03 |
| Universidade de Caxias do Sul | Pedagogia-licenciatura para series iniciais do ensino fundamental | Parecer 0044/2004 | Portaria nº 792/04 |
| Universidade de Salvador | Letras, habilitação em Português Inglês | Parecer CES/CNE nº 0062/2004 | Portaria nº 052/04 |
| Universidade de Salvador | Normal Superior, Licenciatura em Educação Infantil, Licenciatura para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental | Parecer CES/CNE nº 0064/2004 | Portaria nº 653/04 |
| Universidade do Estado de Santa Catarina | Pedagogia, na modalidade licenciatura plena | Parecer CES/CNE nº 305/00 | Portaria nº 769/2000 |
| Universidade do Estado do Rio de Janeiro | Pedagogia (licenciatura para as séries iniciais do ensino fundamental) | Parecer CES/CNE nº 008/2004 | Portaria nº 649/04 |
| Universidade do Sul de Santa Catarina | Programa Especial de Formação Pedagógica para Formadores de Educação profissional | Parecer CES/CNE nº 011/03 | Portaria nº 1067/03 |
| Universidade do Tocantins | curso Normal Superior - Licenciatura para as Séries Iniciais do Ensino Fundamental | Parecer CES/CNE n. 140/2004 | Portaria nº 2.145/04 |
| Universidade Estadual de Ponta Grossa | Normal superior | Parecer CES/CNE nº 369/03 | Portaria nº 652/04 |
| Universidade Estadual do Ceará | Programa Especial de Formação Pedagógica de Docentes | Parecer CES/CNE nº 071/2003 Parecer CES/CNE nº 043/2003 | Portaria nº 1065/03 |
| Universidade Estadual do Maranhão | Licenciatura Plena em Magistério das Séries Iniciais do Ensino Fundamental | Parecer CES/CNE nº 1236/01 | Portaria nº 2216/01 |

continua...

continuação...

| Instituições Credenciadas/Cursos ou programas autorizados | | | |
|--|--|---|--------------------------------------|
| Cursos de Graduação a Distância | | | |
| Instituição | Curso | Parecer | Portaria |
| Universidade Estadual do Norte Fluminense | Ciências Biológicas, na modalidade Licenciatura | Parecer CES/CNE 1006/01 | Portaria nº 1762/01 |
| Universidade Federal de Alagoas | Curso de Pedagogia, licenciatura plena, com as habilitações em Magistério dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, em Magistério da Educação Infantil, em Administração Escolar, em Supervisão Escolar e em Orientação Educacional | Parecer CES/CNE nº 0220/02 | Portaria nº 2631/02 |
| Universidade Federal de Minas Gerais | Projeto Veredas | Caracter experimental (DESPACHO nº 381/2003) | Portaria nº 2.552/03 |
| Universidade Federal de Ouro Preto | Educação Básica – Anos Iniciais, licenciatura | Parecer CES/CNE nº 002/02 | Portaria nº 437/02 |
| Universidade Federal de Santa Catarina | Física e Matemática Licenciatura | Parecer CES/CNE nº 060/03 | Portaria nº 1063/03 |
| Universidade Federal do Ceará | Biologia, Física, Matemática e Química, na modalidade Licenciatura Plena | Parecer CES/CNE nº 887/98 | |
| Universidade Federal do Espírito Santo | Pedagogia em Séries Iniciais do Ensino Fundamental, Licenciatura plena, na modalidade educação a distância | Parecer CES/CNE nº 1214/01 | Portaria nº 2215/01 |
| Universidade Federal do Mato Grosso | Educação Básica: 1º a 4º séries, Licenciatura Plena | Parecer CES/CNE nº 095/01 | Portaria nº 372/01 |
| Universidade Federal do Mato Grosso do Sul | Pedagogia, licenciatura plena com habilitação em Formação de Professores para os anos iniciais do Ensino Fundamental | Parecer CES/CNE nº 1114/01 | Portaria nº 2013/01 |
| Universidade Federal do Pará | Matemática, nas modalidades Bacharelado e Licenciatura Plena | Parecer CES/CNE nº 670/98 | |
| Universidade Federal do Paraná | Graduação em Pedagogia, licenciatura plena, com as habilitações Magistério dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental e Magistério da Educação Infantil. | Parecer CES/CNE 358/2000 | Portaria nº 576/2000 |
| Universidade Federal do Rio de Janeiro | Ciências Biológicas e Física Licenciatura | Parecer CES/CNE nº 058/2003 | Portaria nº 1064/03 |
| Universidade Federal Fluminense | Matemática, na modalidade Licenciatura Plena | Parecer CES/CNE nº 966/01 | Portaria nº 1809/01 |
| Universidade Luterana do Brasil | Formação Pedagógica de Docentes/Áreas de Letras Português e Matemática | Parecer CES/CNE nº 0012/2004 | Portaria nº 650/04 |
| Universidade Norte do Paraná | Curso Normal Superior, com as habilitações Licenciatura para a Educação Infantil e Licenciatura para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental | Parecer CES/CNE 402/02 | Portaria nº 3496/02 |

Fonte: MEC/SESu. TOTAL DE CURSOS: 33 - TOTAL COM LAB: 2 (2004, *site*).

Anexo 2 – Catálogo de Cursos ABED

GRADUAÇÕES: 45 - 06 EXIGE LAB – 06 LAB PRESENCIAL

CURSOS TÉCNICOS: 08 – 02 EXIGEM LAB – 0 LAB PRESENCIAL

Graduação

Administração

Administração

Administração

Administração

Administração

Administração (Bacharelado)

Administração com Habilitação em Marketing

Administração de Empresas

Administração de Empresas

Administração em Agronegócio

Administração Pública

Administração Pública

Biologia

Ciências Contábeis

Ciências Contábeis

Ciências Contábeis

Ciências Contábeis (Bacharelado)

Ciências da Religião

Ciências Econômicas

Educação Física

Educação Física

Engenharia Química (ênfase em petroquímica)

Física

Física

Geografia

Gestão de Comércio Exterior

Gestão de Segurança Pública

Gestão de Tecnologia da Informação

Gestão de Varejo e de Serviços

Gestão e Planejamento de Marketing e Vendas

Gestão Estratégica das Organizações: Foco em Gestão Financeira

Graduação em Tecnologia em Gestão de Serviços de Saúde

Graduação em Tecnologia em Gestão e Marketing para Pequenas e Médias Empresas

História

História

Letras

Letras (Licenciatura)

Letras - Português/Inglês
 Licenciatura em Ciências Biológicas
 Licenciatura em Ciências Naturais
 Licenciatura em Computação
 Licenciatura em Filosofia
 Licenciatura em Filosofia
 Licenciatura em Geografia
 Licenciatura em Letras - Língua Portuguesa
 Licenciatura em Matemática
 Marketing
 Marketing
 Matemática
 Matemática
 Normal Superior
 Normal Superior
 Pedagogia
 Pedagogia
 Pedagogia
 Pedagogia
 Pedagogia - Habilitações em Educação Infantil e Séries Iniciais
 Programa de Formação de Professores (PROFORM)
 Programa especial de complementação de estudos em administração para portadores de diploma de curso superior da Aman - Administração
 Programa Especial de Formação Docente
 Química
 Secretariado Executivo Bilíngüe
 Serviço Social
 Serviço Social (Bacharelado)
 Sociologia
 Tecnologia em Administração de Pequenas e Médias Empresas
 Tecnologia em Gestão de Marketing
 Tecnologia em Gestão de Recursos Humanos
 Tecnologia em Gestão de Sistemas de Informação
 Tecnologia em Gestão Estratégica de Vendas
 Tecnologia em Turismo
 Tecnólogo em Planejamento Administrativo e Programação Econômica (PAPE)
 Turismo
 Turismo Rural
 Web Design e Programação

Anexo 3 – Tabela das Áreas do Conhecimento do CNPq

Total de Cursos: 107

Cursos que exigem lab.(em vermelho): 63

Ciências Exatas e da Terra

1.00.00.00-3 - Ciências Exatas e da Terra

- 1.01.00.00-8 – Matemática
- 1.02.00.00-2 - Probabilidade e Estatística
- 1.03.00.00-7 - Ciência da Computação
- 1.04.00.00-1 – Astronomia
- 1.05.00.00-6 – Física
- 1.06.00.00-0 – Química
- 1.07.00.00-5 – GeoCiências
- 1.08.00.00-0 - Oceanografia

Ciências Biológicas

2.00.00.00-6 - Ciências Biológicas

- 2.01.00.00-0 - Biologia Geral
- 2.02.00.00-5 – Genética
- 2.03.00.00-0 – Botânica
- 2.04.00.00-4 – Zoologia
- 2.05.00.00-9 – Ecologia
- 2.06.00.00-3 – Morfologia
- 2.07.00.00-8 – Fisiologia
- 2.08.00.00-2 – Bioquímica
- 2.09.00.00-7 – Biofísica
- 2.10.00.00-0 – Farmacologia
- 2.11.00.00-4 – Imunologia
- 2.12.00.00-9 – Microbiologia
- 2.13.00.00-3 – Parasitologia

Engenharias

3.00.00.00-9 – Engenharias

- 3.01.00.00-3 - Engenharia Civil
- 3.02.00.00-8 - Engenharia de Minas
- 3.03.00.00-2 - Engenharia de Materiais e Metalúrgica
- 3.04.00.00-7 - Engenharia Elétrica
- 3.05.00.00-1 - Engenharia Mecânica
- 3.06.00.00-6 - Engenharia Química
- 3.07.00.00-0 - Engenharia Sanitária
- 3.08.00.00-5 - Engenharia de Produção
- 3.09.00.00-0 - Engenharia Nuclear
- 3.10.00.00-2 - Engenharia de Transportes
- 3.11.00.00-7 - Engenharia Naval e Oceânica
- 3.12.00.00-1 - Engenharia Aeroespacial
- 3.13.00.00-6 - Engenharia Biomédica

5.07.00.00-6 - Ciência e Tecnologia de Alimentos

Ciências Sociais Aplicadas

6.00.00.00-7 - Ciências Sociais Aplicadas

- 6.01.00.00-1 – Direito
- 6.02.00.00-6 – Administração
- 6.03.00.00-0 – Economia
- 6.04.00.00-5 - Arquitetura e Urbanismo
- 6.05.00.00-0 - Planejamento Urbano e Regional
- 6.06.00.00-4 – Demografia
- 6.07.00.00-9 - Ciência da Informação
- 6.08.00.00-3 – Museologia
- 6.09.00.00-8 – Comunicação
- 6.10.00.00-0 - Serviço Social
- 6.10.01.00-7 - Fundamentos do Serviço Social
- 6.10.02.00-3 - Serviço Social Aplicado
- 6.10.02.01-1 - Serviço Social do Trabalho
- 6.10.02.02-0 - Serviço Social da Educação
- 6.10.02.03-8 - Serviço Social do Menor
- 6.10.02.04-6 - Serviço Social da Saúde
- 6.10.02.05-4 - Serviço Social da Habitação
- 6.11.00.00-5 - Economia Doméstica
- 6.12.00.00-0 - Desenho Industrial
- 6.12.01.00-6 - Programação Visual
- 6.12.02.00-2 - Desenho de Produto
- 6.13.00.00-4 – Turismo

Ciências Humanas

7.00.00.00-0 - Ciências Humanas

- 7.01.00.00-4 – Filosofia
- 7.02.00.00-9 – Sociologia
- 7.03.00.00-3 – Antropologia
- 7.04.00.00-8 – Arqueologia
- 7.05.00.00-2 – História
- 7.06.00.00-7 – Geografia
- 7.07.00.00-1 – Psicologia
- 7.08.00.00-6 – Educação
- 7.09.00.00-0 - Ciência Política
- 7.10.00.00-3 – Teologia

Linguística, Letras e Artes

8.00.00.00-2 - Linguística, Letras e Artes

- 8.01.00.00-7 – Linguística
- 8.02.00.00-1 – Letras
- 8.03.00.00-6 – Artes
- 9.08.00.00-1 - Ciências Sociais
- 9.09.00.00-6 – Decoração
- 9.10.00.00-9 - Desenho de Moda
- 9.11.00.00-3 - Desenho de Projetos
- 9.12.00.00-8 – Diplomacia
- 9.13.00.00-2 - Engenharia de Agrimensura
- 9.14.00.00-7 - Engenharia Cartográfica
- 9.15.00.00-1 - Engenharia de Armamentos
- 9.16.00.00-6 - Engenharia Mecatrônica
- 9.17.00.00-0 - Engenharia Têxtil
- 9.18.00.00-5 - Estudos Sociais
- 9.19.00.00-0 - História Natural
- 9.20.00.00-2 - Química Industrial
- 9.21.00.00-7 - Relações Internacionais
- 9.22.00.00-1 - Relações Públicas
- 9.23.00.00-6 - Secretariado E

Ciências da Saúde**4.00.00.00-1 - Ciências da Saúde**

- 4.01.00.00-6 – Medicina
- 4.02.00.00-0 – Odontologia
- 4.03.00.00-5 – Farmácia
- 4.04.00.00-0 – Enfermagem
- 4.05.00.00-4 – Nutrição
- 4.06.00.00-9 - Saúde Coletiva
- 4.07.00.00-3 – Fonoaudiologia
- 4.08.00.00-8 - Fisioterapia e Terapia Ocupacional
- 4.09.00.00-2 - Educação Física

Ciências Agrárias**5.00.00.00-4 - Ciências Agrárias**

- 5.01.00.00-9 – Agronomia
- 5.02.00.00-3 - Recursos Florestais e Engenharia Florestal
- 5.03.00.00-8 - Engenharia Agrícola
- 5.04.00.00-2 – Zootecnia
- 5.05.00.00-7 - Medicina Veterinária
- 5.06.00.00-1 - Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca

Outros**9.00.00.00-5 – Outros**

- 9.01.00.00-0 - Administração Hospitalar
- 9.02.00.00-4 - Administração Rural
- 9.03.00.00-9 - Carreira Militar
- 9.04.00.00-3 - Carreira Religiosa
- 9.05.00.00-8 – Ciências
- 9.06.00.00-2 – Biomedicina
- 9.07.00.00-7 - Ciências Atuariais

Fonte: CNPr (2007, *site*).

Anexo 4 – Portaria n. 10 de 28 de julho de 2006

Total de cursos: 96

Total de cursos que exigem lab.: 75

PORTARIA Nº 10, DE 28 DE JULHO DE 2006

O MINISTRO DE ESTADO DA EDUCAÇÃO, no uso de suas atribuições, tendo em vista o disposto nos arts. 39 e seguintes da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, nos art. 1º, III, 5º, 6º, e 7º, do Decreto nº 5.154, de 23 de julho de 2004, no art. 5º, § 3º, VI, do Decreto nº 5.773, de 9 de maio de 2006, e na Resolução CNE/CP nº 03, de 18 de dezembro de 2002, considerando a necessidade de estabelecer um referencial comum às denominações dos cursos superiores de tecnologia; considerando a necessidade de consolidação desses cursos pela afirmação de sua identidade e caracterização de sua alteridade em relação às demais ofertas educativas; considerando a necessidade de fomento à qualidade por meio da apresentação de infra-estrutura recomendável com o escopo de atender as especificidades dessas graduações tecnológicas, resolve:

Art. 1º - Aprovar, em extrato, o Catálogo Nacional dos Cursos Superiores de Tecnologia, elaborado pela Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica do Ministério da Educação, conforme disposto no art. 5º, § 3º, VI, do Decreto nº 5.773, de 9 de maio de 2006.

Parágrafo único. O Catálogo Nacional dos Cursos Superiores de Tecnologia estará disponível no sítio eletrônico oficial do Ministério da Educação.

Art. 2º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

FERNANDO HADDAD

ANEXO

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

Catálogo Nacional dos Cursos Superiores de Tecnologia – EXTRATO

Agropecuária - Recursos Pesqueiros

1. Agroindústria 2.400 horas
2. Agronegócio 2.400 horas
3. Aqüicultura 2.000 horas
4. Cafeicultura 2.400 horas
5. Horticultura 2.400 horas
6. Irrigação e drenagem 2.400 horas
7. Produção pesqueira 2.000 horas
8. Produção de grãos 2.400 horas
9. Silvicultura 2.400 horas

Artes - Comunicação - Design

10. Comunicação assistiva 1.600 horas
11. Comunicação institucional 1.600 horas
12. Conservação e restauro 1.600 horas
13. Design de interiores 1.600 horas
14. Design de moda 1.600 horas
15. Design de produto 1.600 horas
16. Design gráfico 1.600 horas
17. Fotografia 1.600 horas
18. Produção audiovisual 1.600 horas
19. Produção cênica 1.600 horas
20. Produção fonográfica 1.600 horas
21. Produção multimídia 1.600 horas
22. Produção publicitária 1.600 horas

Comércio - Gestão

- 23. Comércio exterior 1.600 horas
- 24. Gestão comercial 1.600 horas
- 25. Gestão da qualidade 1.600 horas
- 26. Gestão de cooperativas 1.600 horas
- 27. Gestão de recursos humanos 1.600 horas
- 28. Gestão de segurança privada 1.600 horas
- 29. Gestão financeira 1.600 horas
- 30. Gestão pública 1.600 horas
- 31. Logística 1.600 horas
- 32. Marketing 1.600 horas
- 33. Negócios imobiliários 1.600 horas
- 34. Processos gerenciais 1.600 horas
- 35. Secretariado 1.600 horas

Construção Civil - Geomática - Transportes

- 36. Agrimensura 2.000 horas
- 37. Construção de edifícios 2.400 horas
- 38. Controle de obras 2.400 horas
- 39. Estradas 2.400 horas
- 40. Geoprocessamento 2.000 horas
- 41. Gestão portuária 1.600 horas
- 42. Materiais de construção 2.400 horas
- 43. Obras hidráulicas 2.400 horas
- 44. Pilotagem profissional de aeronaves 1.600 horas
- 45. Sistemas de navegação fluvial 1.600 horas
- 46. Transporte aéreo 1.600 horas
- 47. Transporte terrestre 1.600 horas

Indústria - Química - Mineração

- 48. Alimentos 2.400 horas
- 49. Automação industrial 2.400 horas
- 50. Construção naval 2.400 horas
- 51. Eletrônica industrial 2.400 horas
- 52. Eletrotécnica industrial 2.400 horas
- 53. Fabricação mecânica 2.400 horas
- 54. Gestão da produção industrial 2.400 horas
- 55. Laticínios 2.400 horas
- 56. Manutenção de aeronaves 2.400 horas
- 57. Manutenção industrial 2.400 horas
- 58. Mecatrônica industrial 2.400 horas
- 59. Papel e celulose 2.400 horas
- 60. Petróleo e gás 2.400 horas
- 61. Polímeros 2.400 horas
- 62. Processamento de carnes 2.400 horas
- 63. Processos metalúrgicos 2.400 horas
- 64. Processos químicos 2.400 horas
- 65. Produção de cachaça 2.400 horas
- 66. Produção de vestuário 2.400 horas
- 67. Produção gráfica 2.400 horas
- 68. Produção joalheira 2.400 horas
- 69. Produção moveleira 2.400 horas
- 70. Produção sucroalcooleira 2.400 horas
- 71. Produção têxtil 2.400 horas
- 72. Rochas ornamentais 2.400 horas

- 73. Sistemas elétricos 2.400 horas
- 74. Viticultura e enologia 2.400 horas

Informática - Telecomunicações

- 75. Análise e desenvolvimento de sistemas 2.000 horas
- 76. Banco de dados 2.000 horas
- 77. Gestão da tecnologia da informação 2.000 horas
- 78. Gestão de telecomunicações 2.400 horas
- 79. Jogos digitais 2.000 horas
- 80. Redes de computadores 2.000 horas
- 81. Redes de telecomunicações 2.400 horas
- 82. Segurança da informação 2.000 horas
- 83. Sistemas de telecomunicações 2.400 horas
- 84. Sistemas para Internet 2.000 horas
- 85. Telemática 2.400 horas

Lazer e Desenvolvimento Social - Turismo e Hospitalidade

- 86. Eventos 1.600 horas
- 87. Gastronomia 1.600 horas
- 88. Gestão de turismo 1.600 horas
- 89. Gestão desportiva e de lazer 1.600 horas
- 90. Hotelaria 1.600 horas

Meio Ambiente Tecnologia da Saúde

- 91. Gestão ambiental 1.600 horas
- 92. Gestão hospitalar 2.400 horas
- 93. Radiologia 2.400 horas
- 94. Saneamento ambiental 1.600 horas
- 95. Segurança no trabalho 2.400 horas
- 96. Sistemas biomédicos 2.400 horas

Anexo 5 – Prática do Experimento Preliminar

CEFET-PR
DAELN

EXPERIMENTOS COM O SIMULADOR ELECTRONIC WORKBENCH (EWB)

TAREFA 1

Instruções:

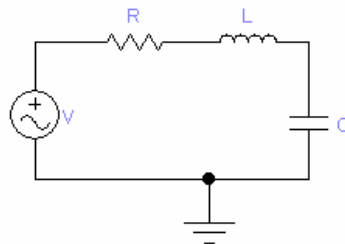
- Para todas as tarefas a seguir, “monte” o circuito no programa EWB com os instrumentos de medição, fonte e componentes solicitados e demais elementos que você julgar necessários.
- Utilize a ferramenta description (descrição) para responder às questões e/ou fazer comentários, observações ou dúvidas quanto à tarefa, ao software, teoria, etc. (**OBS: na Tarefa 1 digite em description o seu nome e código de aluno do CEFET-PR**).
- Salve cada tarefa com o circuito montado e as respostas em um arquivo EWB próprio com a nomenclatura : **TAREFA N. ewb** . Efetue a compactação de todas as suas tarefas num arquivo .zip (usar WInZip) com a nomenclatura **SEUNOME.zip**.
- Efetue o upload (enviar, publicar) do seu arquivo.zip para o e-mail do curso labeletricidade@gmail.com com o assunto (subject) **Prática 1**
- Data limite para envio da prática: **05/08/2005**.
- Qualquer dúvida, enviar e-mail a labeletricidade@gmail.com**

TAREFA 1) Gere um arquivo no EWB e esquematize o circuito abaixo:

$$V = 1X \text{ V} \quad R = 1Y \text{ KO} \quad L = 2X \text{ mH} \quad C = 10Y \text{ nF}$$

Onde: **X** – primeiro algarismo do seu código de aluno do CEFET-PR;

Y – terceiro algarismo do seu código de aluno do CEFET-PR.



- Ajuste o gerador para as frequências 50; 100; 500; 700; 1K; 2K; 5K; 7K; 10K; 20K; 30K; 40K..... até 120KHz. Meça as tensões em cada componente para cada frequência selecionada com o osciloscópio. Salve as medidas com os instrumentos para as frequências de 100; 2K; 10K e 100KHz e envie segundo as instruções. Salve também a medida para a frequência em que

$$XL = XC$$

TAREFA 2) Usando a ferramenta description, descreva como pode ser determinada a corrente do circuito em cada frequência. Explique também como pode ser obtido o ângulo de fase entre tensão e corrente.

TAREFA 3) Se o circuito fosse em paralelo, que medições deveriam ser realizadas? Apresente um exemplo para a frequência de 10KHz, salve e envie. Com o uso da ferramenta description, descreva os procedimentos para a determinação das medidas.

TAREFA 2

Instruções:

- g) Para todas as tarefas a seguir, “monte” o circuito no programa EWB com os instrumentos de medição, fonte e componentes solicitados e demais elementos que você julgar necessários.
- h) Utilize a ferramenta description (descrição) para responder às questões e/ou fazer comentários, observações ou dúvidas quanto à tarefa, ao software, teoria, etc. (**OBS: na Tarefa 1 digite em description o seu nome e código de aluno do CEFET-PR**).
- i) Salve cada tarefa com o circuito montado e as respostas em um arquivo EWB próprio com a nomenclatura : **TAREFA N. ewb**. Efetue a compactação de todas as suas tarefas num arquivo.zip (usar WinZip) com a nomenclatura **SEUNOME.zip**.
- j) Efetue o upload (enviar, publicar) do seu arquivo.zip para o e-mail do curso **labeletricidade@gmail.com com o assunto (subject) Prática 1**
- k) Data limite para envio da prática: **01/09/2005**.
- l) **Qualquer dúvida, enviar e-mail a labcircuitos@gmail.com**

Experiência - Filtro Passa Altas

- 1) Esquematize o circuito abaixo no EWB. Substitua o resistor de 1KO por 1, X KO, onde X- terceiro algarismo do seu código de aluno do CEFET-PR.

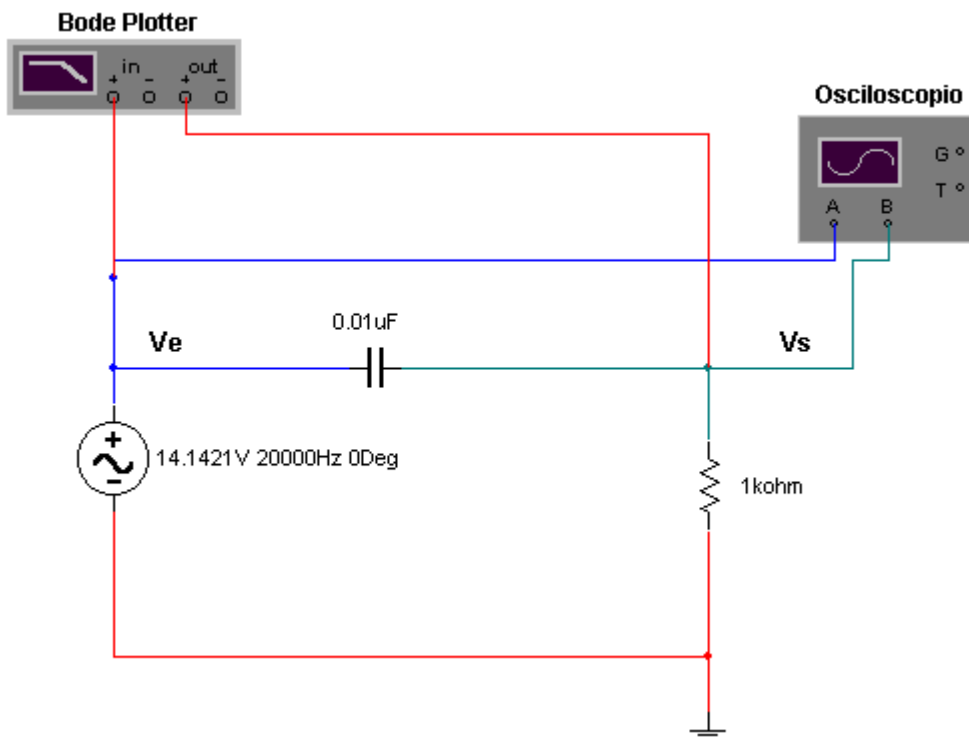


Fig07: Circuito do FPA para experiência 19

1.1. Calcule a frequência de corte do circuito: $f_{Ci} = \underline{\hspace{2cm}}$

1.2. Ative o circuito e com o auxílio do traçador do **Diagrama de Bode** meça a frequência de corte (valor aproximado) e o valor do ganho nessa frequência.

f_{Ci} (medida) ? $\underline{\hspace{2cm}}$ Ganho ($f = f_{Ci}$) ? $\underline{\hspace{2cm}}$ dB

- 2) Ainda no traçador do **Diagrama de Bode** meça o ganho para uma frequência 10 vezes menor do que a frequência de corte e para uma frequência 100 vezes menor do que a frequência de corte. Anote

Ganho ($f=f_C/10$) = _____ dB Ganho ($f = f_C / 100$) = _____ dB

- 3) Ajuste o gerador na frequência de corte e 10V_p. Ative o circuito. Com o auxílio do osciloscópio meça o valor de pico da saída (V_{SP}) e divida pelo valor de pico da entrada (V_{EP}).

$\frac{V_{SP}}{V_{EP}} =$ _____ calcule

$20\log \frac{V_{SP}}{V_{EP}} =$ _____ dB

Qual é o valor teórico destas relações?

$\frac{V_{SP}}{V_{EP}} =$ _____ $20\log \frac{V_{SP}}{V_{EP}} =$ _____

- 4) Repita o item anterior se a frequência do gerador for 10 vezes menor que a frequência de corte (V_e=10V_p).

$\frac{V_{SP}}{V_{EP}} =$ _____ calcule

$20\log \frac{V_{SP}}{V_{EP}} =$ _____ dB

Qual é o valor teórico destas relações ?

$\frac{V_{SP}}{V_{EP}} =$ _____ $20\log \frac{V_{SP}}{V_{EP}} =$ _____

- 5) Repita o anterior se a frequência do gerador for 100 vezes menor do que a frequência de corte.

$\frac{V_{SP}}{V_{EP}} =$ _____ calcule

$20\log \frac{V_{SP}}{V_{EP}} =$ _____ dB

Qual é o valor teórico destas relações ?

$\frac{V_{SP}}{V_{EP}} =$ _____ $20\log \frac{V_{SP}}{V_{EP}} =$ _____

Obs.: Experimente outros valores de R, e C, faça a simulação mas não salve com o mesmo nome. Use

Salvar Como (Save As) do menu **Arquivo** (File).

6) Conclusões:

Anexo 6 - Exemplos de Pré-testes e Pós-testes

PRÁTICA 1 Pré-teste teórico-prático *Introdução à Eletricidade* Grupo de Controle e Grupo Experimental

Ministério da Educação
CEFET-PR
Departamento Acadêmico de Eletrônica
Introdução à Eletricidade

Primeira prática - Medição de grandezas e variáveis elétricas

Aluno: Data: 18/10/2005

Material Utilizado:

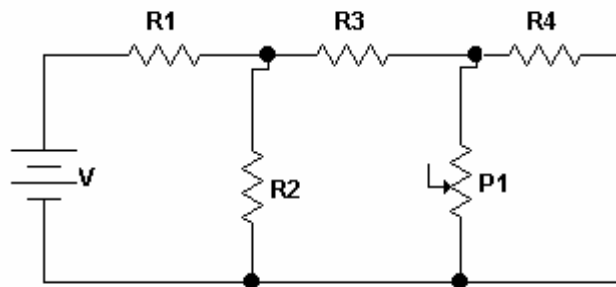
1 Fonte CC ajustada em 10V

1 Proto Board

1 Multímetro

4 Resistores ($R_1 = 330\Omega$; $R_2 = 1K\Omega$; $R_3 = 470\Omega$; $R_4 = 1,5K\Omega$; $P_1 = 2,2K\Omega$)

Para o circuito abaixo:



Parte teórica:

1. Calcular as correntes, tensões e potências de todos os resistores do circuito. Demonstre todos os cálculos.
2. Considere P metade do valor estipulado. O que isso acarreta ao circuito?
3. Se $P = 0\Omega$, o que acarreta no circuito?

Parte prática

1. Medir as correntes em todos os ramos do circuito e todas as quedas de tensão do circuito.
2. Ajuste P em $1K\Omega$. O que acontece com a corrente total do circuito? Explique
3. Ajuste P em 0Ω . Explique o que ocorre com a corrente sobre R_2 .

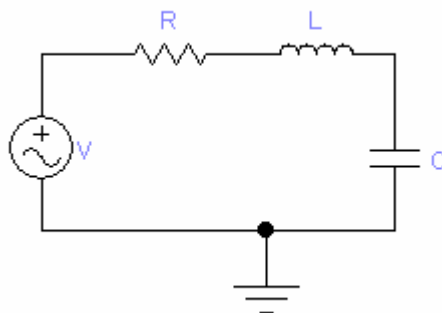
Pré-teste teórico-prático
Circuitos Elétricos
Grupo de Controle e Grupo Experimental

Ministério da Educação
CEFET-PR
Departamento Acadêmico de Eletrônica
Circuitos Elétricos

Prova Circuito RLC senoidal

Aluno: Data: 13/10/2005

Dado o circuito abaixo:



$R = 470\Omega$; $L = 20\text{mH}$; $C = 330\text{nF}$; $V = 1\text{Vpp}$

Parte teórica:

1. Calcule X_L , X_C , Z , V_R , V_L , V_C , I , ? para as frequências de 100Hz, 1KHz, 10KHz.
2. Desenhe o diagrama fasorial das tensões para $f = 1\text{KHz}$.

Parte prática:

1. Ajuste a tensão indicada para a frequência de 8KHz e meça V_R , V_L e V_C .
2. Determine a defasagem entre tensão e corrente.
3. Ajuste a frequência do circuito até conseguir $V_L = V_C$. Determine a defasagem nesta frequência. O que você observou? Explique.
4. Ajuste a frequência do sinal de entrada em 70KHz e meça as tensões. Explique o comportamento do circuito.

PRÁTICA 2
Pós-teste teórico-prático
Introdução à eletricidade

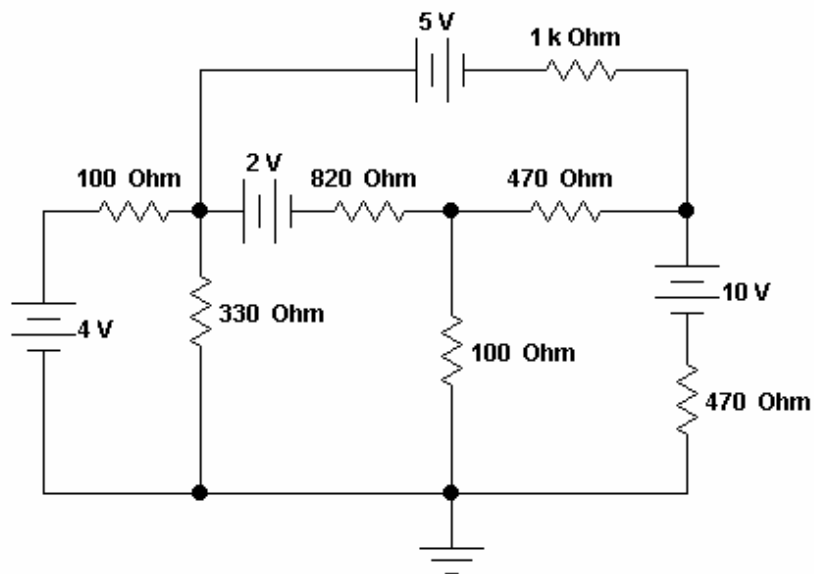
Ministério da Educação
UTFPR
 Departamento Acadêmico de Eletrônica
 Introdução à Eletricidade

Prova teórico-prática Teorema da Superposição

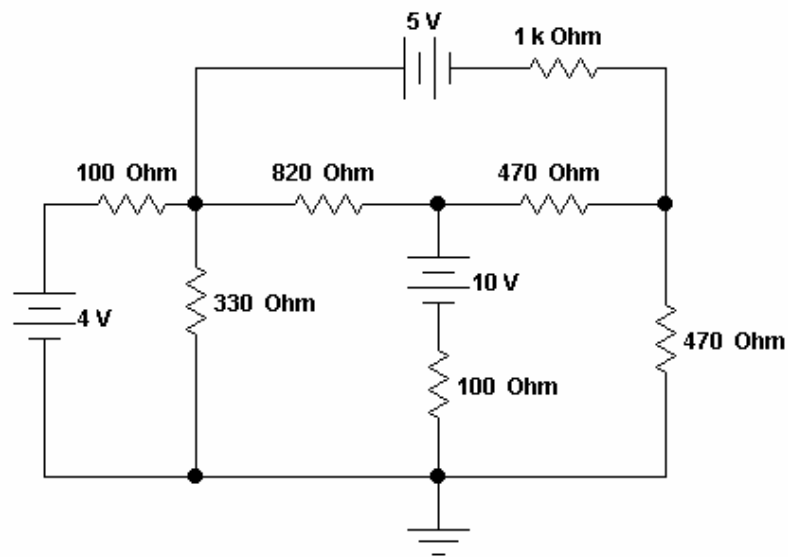
16/02/2006

Aluno:

Considere o circuito abaixo:



1. Aplique o teorema da superposição e determine a tensão resultante no resistor de 1K? .
2. Monte o circuito original e determine a mesma tensão.
3. 3) Dado o circuito a seguir (**com o resistor de 820? em curto e o resistor de 330? aberto**).
4. Determine a corrente no resistor de 330? . Explique o que ocorre com o circuito e dê a possível solução.



Prova Teórica

1. Para o primeiro circuito aplique o método da superposição dos efeitos e determine a potência no resistor de 820? .
2. Considere que a fonte de 10V para o segundo circuito está em curto-circuito. Qual a diferença de tensão no resistor de 100? à esquerda em comparação com o circuito original? Demonstre com cálculos.

Anexo 8 – Exemplos de Tarefas Simuladas

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ.
INTRODUÇÃO À ELETRICIDADE.

17/10/2005

EXPERIÊNCIA COM O SIMULADOR ELECTRONIC WORKBENCH (EWB)

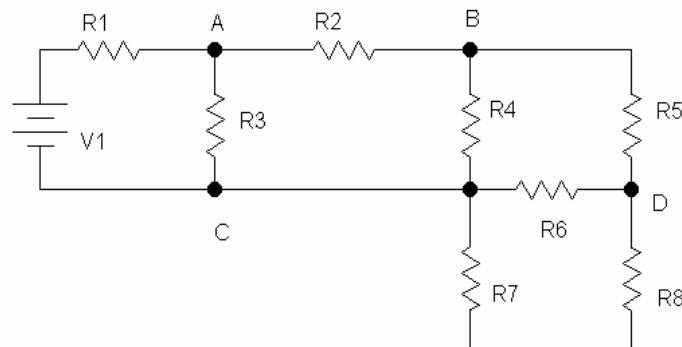
Instruções:

- m) Para todas as tarefas a seguir, “monte” o circuito no programa EWB com os instrumentos de medição, fonte e componentes solicitados e demais elementos que você julgar necessários.
- n) Utilize a ferramenta description (descrição) para responder às questões e/ou fazer comentários, observações ou dúvidas quanto à tarefa, ao software, teoria, etc. (**OBS: na Tarefa 1 digite em description o seu nome e código de aluno do CEFET-PR**).
- o) Salve cada tarefa com o circuito montado e as respostas em um arquivo EWB próprio com a nomenclatura : **TAREFA N. ewb**. Efetue a compactação de todas as suas tarefas num arquivo .zip (usar WInZip) com a nomenclatura **SEUNOME.zip**.
- p) Efetue o upload (enviar, publicar) do seu arquivo.zip para o e-mail do curso **labeletricidade@gmail.com com o assunto (subject) Prática 1**
- q) Data limite para envio da prática: **26/10/2005**.
- r) **Qualquer dúvida, enviar e-mail a labeletricidade@gmail.com**

Tarefa 1) Gere um arquivo no EWB e esquematize o circuito abaixo:

| | | |
|-----------|-----------------------|-----------|
| V1 = 12V | R4 = 8Y0O | R8 = Y80O |
| R1 = X70O | R5 = X30O | |
| R2 = 560O | R6 = potenciômetro1KO | |
| R3 = 1KO | R7 = 330O | |

Onde: **X** – primeiro algarismo do seu código de aluno do CEFET-PR;
Y – terceiro algarismo do seu código de aluno do CEFET-PR.



Tarefa 2) Meça as tensões em cada um dos resistores. Use vários voltímetros. Salve o arquivo com o circuito montado e os voltímetros conectados.

Tarefa 3) Caso R_1 fosse igual a 15KO , o que aconteceria com as tensões nos outros resistores? Explique por que isso ocorre.

Tarefa 4) Meça as correntes que circulam em cada um dos resistores. Salve o circuito montado com os amperímetros conectados para medir I_{R1} , I_{R4} , I_{R6} e I_{R8} . As outras correntes deverão ser anotadas em “Description” (Window/3.Description).

Tarefa 5) Qual a diferença em utilizar o amperímetro em paralelo ou em série com os resistores? Salve um circuito num arquivo gerado no EWB que demonstre sua resposta.

Tarefa 6) Caso R_1 fosse igual a 3O , o que aconteceria com as correntes nos outros resistores? Explique por que isso ocorre.

Tarefa 7) Se $R_6 = 0?$, qual a influência no circuito?

Tarefa 8) Qual o valor de R_6 para que sua corrente seja igual a que circula em R_8 ?

***** Você precisa enviar dois arquivos, um com as medidas das tensões e outro com as medidas das correntes. Responda as questões propostas em “Description”

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ.
INTRODUÇÃO À ELETRICIDADE.

25/01/2005

ATIVIDADE PRÁTICA VIRTUAL DE ELETRICIDADE

Vocês estão recebendo em anexo sua última prática virtual deste semestre. Esta atividade deverá ser desenvolvida da seguinte forma:

- a) A turma foi dividida em 6 equipes:
- ? Equipe 1: *Fabiano, João Francisco, Leandro e Michel*
 - ? Equipe 2: *André, Denise, Eduardo Ferreira e Marcel*
 - ? Equipe 3: *Daniel Descalzo, Eduardo Nenoki, Kendra e Thiago*
 - ? Equipe 4: *Cleo, Jane, Juliano e Wlamir*
 - ? Equipe 5: *Gilberto, Jéferson, Marco Antonio e Paula*
 - ? Equipe 6: *Chrystian, Daniel Matias, Diego, Juliana e Fabio*

Cada equipe deverá realizar sua respectiva atividade. Vocês devem entrar no ambiente do e-proinfo com suas senhas de acesso. Ir para SUPERPOSIÇÃO – clicar em TAREFA FINAL. Você estará na tela do aluno. No menu, selecionar MODULO e clicar em ATIVIDADE MODULO. Descarreguem o material da sua equipe. Trata-se de um arquivo do EWB zipado. Façam a extração e podem iniciar o desenvolvimento da atividade.

- b) Os componentes de cada equipe discutirão a solução do problema a través do respectivo fórum virtual disponibilizado no ambiente eproinfo, a partir de 25/01/2006, ao qual todos terão acesso mediante suas senhas de acesso ao curso de Laboratório de Eletricidade.
- c) As notas referentes a esta atividade serão dadas ao final do semestre de acordo com:
 - participação de cada componente da equipe com sugestões e observações no fórum virtual para a realização da tarefa, até 15/02/2006;
 - participação de cada aluno respondendo às perguntas da enquete disponível no eproinfo a partir de 06/02/2006 até 15/02/2006
 - realização de uma avaliação individual sobre os conteúdos referentes às simulações realizadas. (a partir de 15/02/2006)
- d) As discussões para a realização da tarefa devem ser realizadas exclusivamente através do fórum virtual. Toda e qualquer observação que os componentes da equipe julgarem relevantes para sua tarefa devem ser discutidas neste ambiente, como sugestões, dúvidas, etc. Vocês podem manter contato comigo através de fórum, pois estarei participando. É recomendável que todos acessem o fórum do e-proinfo pelo menos uma vez por dia para verificar o andamento da atividade. É proibida a discussão das atividades em sala de aula. Os alunos que não participarem de alguma(s) das atividades relacionadas no item “b” terão suas notas descontadas proporcionalmente.
- e) A data limite para a entrega das atividades é 15/02/2006. Cada equipe enviará o arquivo com todos os dados solicitados na respectiva atividade (ver arquivo da equipe, janela description do EWB)

INSTRUÇÕES PARA A PRÁTICA

*** ESTA PRÁTICA DEVE SER RESOLVIDA POR TODOS OS COMPONENTES DA EQUIPE ATRAVÉS DO FORUM VIRTUAL e-proinfo. PARTICIPEM COM SUGESTÕES E DÚVIDAS PARA A RESOLUÇÃO DA ATIVIDADE. QUANTO MAIS PARTICIPAREM COM SUGESTÕES E DÚVIDAS, MAIS VÃO CONTRIBUIR PARA O APRENDIZADO DE TODOS. LEMBREM-SE QUE SUAS NOTAS DE ELETRICIDADE E MATEMÁTICA DEPENDEM DE SUA PARTICIPAÇÃO.***

CIRCUITO 1

- 1) Meçam a tensão no resistor de 120Ω com o terminal positivo do voltímetro à esquerda do resistor e o negativo à direita. Anotem esta tensão.
- 2) Apliquem o teorema da superposição para determinar a tensão no resistor de 120Ω. Considerem cada fonte individualmente e anulem as demais (fonte de tensão anulada = curto circuito e fonte de corrente anulada = circuito aberto). A medida da tensão no resistor indicado para cada fonte deve ser realizada seguindo a polaridade indicada no item 1 (positivo à esquerda e....).
- 3) Anotem os resultados das tensões parciais na janela description do arquivo que vocês vão enviar
- 4) Comparem a tensão obtida em 1 e 2. Anotem em description.
- 5) Calculem a tensão indicada utilizando o método de análise que lhes convenha. Comparem o valor calculado com os simulados e tirem suas conclusões. Anotem em description.

CIRCUITO 2

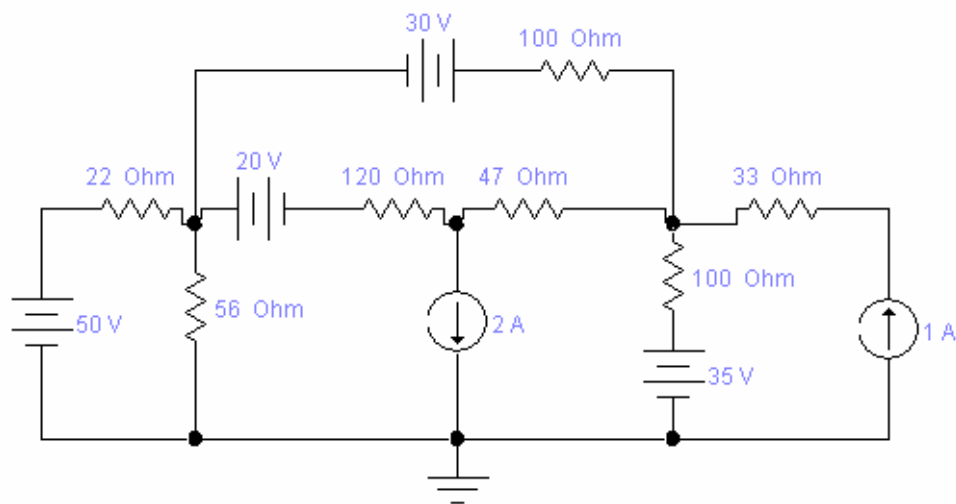
- 1) Meçam a tensão no resistor de 1200 e comparem com o valor do Circuito 1.
- 2) Usando voltímetros, amperímetros e outros instrumentos do EWB que achem necessários e identifiquem o(s) motivo(s) por que o Circuito 2 não tem o mesmo comportamento. Anotem as conclusões em description.

****Enviem um único arquivo por equipe contendo:**

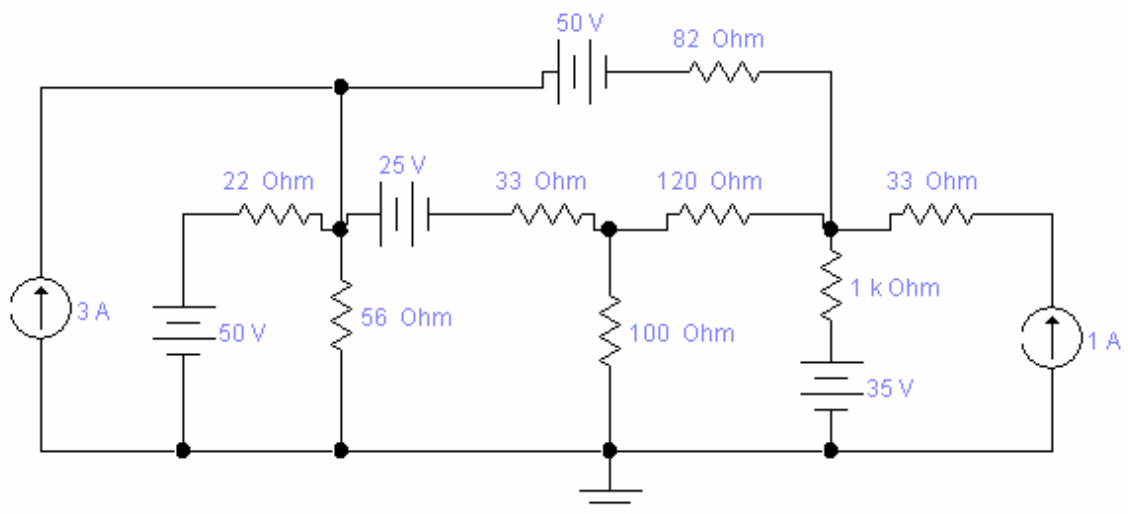
- a) Medição da tensão no circuito 1;
- b) Valores das tensões obtidas pelo método da superposição (na janela description).

CIRCUITOS DAS EQUIPES

EQUIPE 1



EQUIPE 2



ANEXO 9 – Planilhas de observação

Primeira atividade experimental

Tarefa: _____

Aluno: _____

| | Desenvolvimento | | | | |
|--|-----------------|---|---|---|---|
| Habilidades | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Montagem de circuitos | | | | | |
| Uso de instrumentos de medição | | | | | |
| Identificação de falhas | | | | | |
| Identificação de limites | | | | | |
| Sensibilidade para controle de circuitos | | | | | |
| Interpretação de resultados | | | | | |
| Relação entre teoria e prática | | | | | |
| Análise crítica do experimento | | | | | |

1- ruim ; 2 – não aceitável ; 3 – aceitável ; 4 – bom ; 5 – muito bom

Segunda atividade experimental

Tarefa: _____

Aluno: _____

| | Desenvolvimento | | | | |
|--|-----------------|---|---|---|---|
| Ações | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Compreensão do problema | | | | | |
| Desenvolvimento e evolução dos planos | | | | | |
| Pertinência e qualidade das intervenções dos alunos | | | | | |
| Aplicação correta dos princípios de análise de circuitos | | | | | |
| Interpretação dos resultados | | | | | |
| Análise crítica e conclusões | | | | | |

1 – ruim ; 2 – não aceitável ; 3 – aceitável ; 4 – bom ; 5 – muito bom